This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES · STANFORD

Papier
aus der mechanischen Papierfabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte.

Theilweise nach

L. Elie de Beaumont's

Vorlesungen an der Ecole des mines,

von

Dr. C. Vogt.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mit 388 Illustrationen in Holzstich.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

Papier
aus der mechaniſchen Papierfabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhauſen
bei Braunſchweig.

Lehrbuch

der

Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei

Vorlesungen und zum Selbstunterrichte.

Theilweise nach

L. Elie de Beaumont's

Vorlesungen an der Ecole des mines,

von

Dr. C. Vogt.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mit 388 Illustrationen in Holzstich.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1846.

570
V86
v.1

Vorrede.

Die Geologie hat in den letzten Jahrzehnden erstaunliche Fortschritte gemacht. Wenn früher die Liebe zum Wunderbaren einlud um Sammeln der fossilen Körper, welche sich in den Schichten er Erde finden, und man sich begnügte, etwas Seltsames zu besitzen; wenn die verschiedene Bildung der Bergketten, Hügel und Thäler in älteren Zeiten nur zu Speculationen und Träumereien ufforderte; — so ist jetzt eine Periode eingetreten, in welcher man n der Hand der Erfahrung zuvörderst das Studium der durch die Natur gebotenen Thatsachen beginnt, ehe man über das Wesen und ie Ursache der Erscheinungen sich auszusprechen wagt. Die Geologie ist eine Erfahrungswissenschaft geworden und wird es fernerin bleiben; Thatsachen, genaue Beobachtungen müssen ihre Grundage bilden, und wo diese in hinreichender Menge vorhanden sind, a hat sich auch stets die Theorie ungezwungen von selbst ergeben nd unbestrittene Geltung erreicht. Viele Streitpunkte sind auf diese Art entschieden worden; andere werden ihre Erledigung in derselben Weise finden.

Die vielfachen Berührungspunkte der Geologie mit dem praktischen Leben haben dieser Wissenschaft einen weiteren Kreis von Freunden zugeführt, als vielen der übrigen Naturwissenschaften. Die Schätze, welche wir dem Boden in der Gestalt von Erzen, Kohlen, Salz u. s. w. abgewinnen, lehrt die Geologie aufsuchen; dem Ingenieur ist sie ebenso unentbehrlich als dem Landwirthe, und so lange der Mensch an den Boden gebunden sein wird, so lange wird auch die Geologie in nächster Beziehung zu ihm stehen, und gar oft als seine sichere Leiterin ihm hülfreichen Beistand leisten.

Nicht bloß die praktische Seite der Geologie aber hat allein das Recht, solche allgemeine Theilnahme sich zuzuschreiben, sondern das

allgemeine wiſſenſchaftliche Intereſſe, welches ihr innewohnt, ihre Näherung an die Löſung von Fragen, welche mit den letzten und höchſten der Philoſophie in inniger Beziehung ſtehen, mußte die Aufmerkſamkeit Aller in Anſpruch nehmen. Das Erſcheinen des Menſchengeſchlechtes auf der Erde, der frühere Zuſtand unſeres Planeten, ſeine allmähliche Entwickelung durch mancherlei Perioden bis zu ſeiner jetzigen Exiſtenz; die Beziehung der Mythen und Traditionen zu den Kataſtrophen, welche ihn betroffen, zu den gewaltigen Ereigniſſen, deren Spuren wir noch heute in die Erdrinde eingegraben ſehen; alle dieſe Fragen erlagen hier einer Unterſuchung, welche ungetrübtere Reſultate zu verſprechen ſchien, als diejenigen Wege erwarten ließen, welche man bisher zu ihrer Löſung angebahnt hatte.

Die publiciſtiſche Thätigkeit hat dem allgemeinen Intereſſe, welches ſo vielfach in Anſpruch genommen war, entſprochen; — jedes Jahr ſieht eine Anzahl neuer Werke erſcheinen, welche theils die Geologie im Ganzen, theils einzelne Gegenſtände derſelben behandeln.

Bei ſolchem Reichthume der Literatur das Erſcheinen eines neuen Buches als durchaus nothwendig und weſentlich geboten erklären zu wollen, kann von Seiten des Verfaſſers nur als eine Ueberſchätzung ſeiner Talente angeſehen werden. Nur die Maſſe des Publikums kann durch den Antheil, welchen ſie einem Werke gewährt, beweiſen, daß daſſelbe wirklich ein zeitgemäßes war; der Verfaſſer ſelbſt trägt gar zu leicht ſein perſönliches Bedürfniß auf die Menge über. Ich werde darum nicht unternehmen, das Erſcheinen des Buches rechtfertigen zu wollen, wenn ich gleich in der Einrichtung des geologiſchen Unterrichtes an Realſchulen, Gymnaſien und Univerſitäten, in der Verbreitung des Intereſſes an der Geologie und den Mängeln mancher vorhandenen Lehrbücher eine Menge Gründe finden könnte, dieſe Beweisführung ſiegreich durchzuſetzen. Ueber dieſe Punkte möge, wie ſchon bemerkt, das Publikum ſelbſt Richter ſein.

Eine andere Frage iſt aber die nach meiner perſönlichen Berechtigung zur Unternehmung eines ſolchen Werkes, nach dem Antheile, den Andere an derſelben genommen haben können und wirklich genommen haben. Hier glaube ich einige Erläuterungen geben zu müſſen.

Ich brauche nur den Namen Agaſſiz zu nennen, um zu zeigen, daß ein jahrelanges, engeres Zuſammenleben mit einem der ausgezeichnetſten Paläontologen unſerer Zeit nicht ohne Einfluß auf meine Studienrichtung ſein konnte. Es ward mir vergönnt, an den Unterſuchungen über die foſſilen Fiſche, ſowie über die Gletſcher und die Findlingsblöcke der Schweiz einigen Antheil zu nehmen, und hierdurch einen Ueberblick über die geologiſchen Verhältniſſe der Schweiz zu gewinnen, welcher durch die häufigen Streifzüge im Jura und den Alpen in Begleitung unſerer gemeinſchaftlichen [illegible]de nur gefeſtigt werden konnte. Während ſo praktiſch der [illegible] geübt wurde, erhielt die eigene Kenntniß des Allgemeinen manchen Zuwachs durch die mannichfaltigen Discuſſionen, welchen die oft kühnen Anſichten meines gelehrten Freundes ſowohl in engeren als weiteren Kreiſen unterworfen wurden. Das Bedürfniß, ſelbſtſtändiges Urtheil in ſolchen Streitfragen zu beſitzen, erregte Nachforſchung in freier Natur, wie in der Bibliothek; — die Nothwendigkeit, unvorhergeſehenen Angriffen nicht unvorbereitet gegenüber zu ſtehen, veranlaßte ſtets weitergreifende Unterſuchungen. Und wie denn in der Geologie ſo wenig als in anderen Wiſſenſchaften eine Frage, und ſei ſie auch noch ſo gering, iſolirt ſtehen kann, wie ſich überall Anknüpfungspunkte finden müſſen mit dem großen Ganzen, welches die Wiſſenſchaft bietet, ſo mußten auch hier die Fragen über die Gletſcher und die erratiſchen Blöcke, über die Identität der Verſteinerungen in verſchiedenen Schichten u ſ. w. ſtets Gelegenheit bieten, das Geſammtgebiet der Geologie bis in ſeine Einzelheiten zu durchforſchen.

Die nähere Veranlaſſung zu der Herausgabe dieſes Buches aber gaben die Vorleſungen Herrn Elie de Beaumont's an der Ecole des mines. Der Reichthum der Thatſachen, die conſequente Behandlung des Stoffes, die lichte Klarheit der herrſchenden Gedanken ließen mir ſogleich dieſe Vorleſungen als ein Muſterbild geologiſchen Unterrichtes erſcheinen. Gehäufte Berufsgeſchäfte verhinderten den ausgezeichneten Mann, auf eine gemeinſchaftliche von ihm ſpeciell überwachte Herausgabe dieſer Vorleſungen einzugehen. Ich ſah auch bald, daß eine ſolche für Deutſchland theilweiſe den Zweck,

den ich mir vorstellte, verfehlen würde. Die Vorlesungen an der Bergwerksschule, obgleich öffentlich, sind dennoch speciell für die Ingenieure der Minen bestimmt, junge Leute, welche mit den in der polytechnischen Schule erworbenen Vorkenntnissen ausgerüstet, sich hier zu ihrem speciellen Fache vorbereiten. Der Unterricht der polytechnischen Schule beruht bekanntlich wesentlich auf mathematischer Basis. Entwickelungen dieser Art flicht auch Herr von Beaumont sehr häufig in seine theoretischen Betrachtungen ein. Manche Theile erhalten, in Berücksichtigung des besonderen Zweckes, eine größere Ausdehnung in diesen Vorträgen, als sie in einem für das allgemeine Publikum bestimmten Lehrbuche erhalten dürften. Die Paläontologie, als mehr getrennte Wissenschaft, wird nur nebenbei berührt; nur in ihren großen Zügen behandelt; jetzt sogar von einem Hülfslehrer besonders vorgetragen.

Während demnach einerseits die Anordnung des Stoffes, die Auswahl der erläuternden Beispiele in dem Lehrbuche durchaus dieselbe bleiben konnte, wie Herr von Beaumont sie in seinen Vorlesungen angenommen hat, und auch wirklich dieselbe geblieben ist, so mußten anderntheils nicht nur die Paläontologie weitläufiger behandelt, wie auch die neueren Gebilde mehr berücksichtigt werden, als an der Bergwerksschule geschieht. Nur in einigen Punkten bin ich von den Ansichten Elie de Beaumont's abgewichen; und diese betreffen nur solche, wo ich durch Antheilnahme an den Arbeiten von Agassiz mir eigene, meines Erachtens begründete Ansichten über diese speciellen Punkte verschafft hatte. Die Theorie der Fortschaffung erratischer Blöcke durch Gletscher und weit ausgedehnte Eismassen, welche ganze Länder bedeckten, hat an E. de Beaumont den vorragendsten Gegner gefunden; ich habe geglaubt, sie meiner Ueberzeugung gemäß darstellen zu müssen. Im Uebrigen hoffe ich, E. de Beaumont's Ansichten so wiedergegeben zu haben, wie sie wirklich sind, und dies dürfte denn auch das einzige Verdienst sein, welches ich mir bei diesem Buche zuschreiben könnte. Was man sonst Neues und Gutes darin finden möchte, gehört jenem großen Geologen an, dessen Namen jeder Zeit in der Geschichte der Wissenschaft glänzen wird.

Die Anordnung des in dem Lehrbuche enthaltenen Stoffes wurde so einfach als möglich gewählt. Nach einer Ueberſicht der wichtigſten phyſikaliſchen Verhältniſſe unſeres Planeten, welche in geologiſcher Hinſicht beſonders in Betracht kommen, giebt der erſte Band die Beſchreibung der einzelnen Felsarten und Geſteine, ſowie eine Darſtellung der geſchichteten Ablagerungen und der wichtigeren, in denſelben vorkommenden Verſteinerungen. In dem erſten, geographiſch-phyſikaliſchen Theile wird man keine vollſtändige Abhandlung über phyſikaliſche Geographie erwarten. Es ſollte nur darauf aufgemacht werden, welche Theile in dieſer Hinſicht vorzügliche Betracht kommen, und diejenigen Fragen mußten ſpecieller beſprochen werden, welche für die Geologie von dem weſentlichſten Intereſſe ſind. Hier zeichnet ſich vor allen die innere Erdwärme und deren Verhältniſſe zu früheren und noch fortdauernden Erſcheinungen aus. E. de Beaumont behandelt dieſen Abſchnitt in ſeinen Vorleſungen mit all' den mathematiſchen Deductionen, welche Fourier, Poiſſon und er ſelbſt hier angewandt haben; — ich habe geglaubt, nur die allgemeineren Reſultate dieſer ſcharfſinnigen Unterſuchungen nach ſeiner Darſtellung geben zu ſollen.

Die Foſſilien der geſchichteten Ablagerungen verdienten weſentliche Berückſichtigung; nicht nur als Medaillen, welche dem Geologen die Epoche ihrer Ablagerung beſtimmen helfen, ſondern auch als Glieder einer langen, durch die Geſchichte unſerer Erde ſich hindurchwindenden Schöpfungsidee, deren einzelne Productionen ebenſo viele Phaſen eines anſteigenden Entwickelungsganges andeuten. Es war unmöglich, bei der Unzahl von Verſteinerungen auf die Charakteriſtik der Arten einzugehen; die Geſchlechter, wenigſtens die wichtigſten, wurden kurz charakteriſirt und ein oder mehre wichtige Typen derſelben in Holzſtichen gegeben. Die Bereitwilligkeit der Verlagshandlung ließ in der Auswahl dieſer Holzſchnitte jede Ausdehnung zu, und es wurde ſo möglich, eine Sammlung von mehren hundert Figuren aufzuſtellen, welche die wichtigſten Typen der untergegangenen Schöpfungen dem Leſer vorführen und dem Sammler ſelbſt als Anhaltspunkte bei ſeinen Reichthümern dienen können. Es wurde ſo viel als möglich der doppelte Zweck im Auge behalten, einerſeits ſo-

genannte charakteriſtiſche Foſſilien abzubilden, welche durch Häufigkeit oder eigenthümliche Geſtalt als Leitmuſcheln für die einzelnen Schichten dienen können; andererſeits auch wieder Formen auszuwählen, welche in zoologiſcher Hinſicht als Typen der Geſchlechter und Familien betrachtet werden können.

In der Behandlung der geſchichteten Geſteine wurde die aufſteigende Ordnung gewählt, von den älteſten Bildungen an bis zu der jetzigen Schöpfungsperiode, und zwar hauptſächlich aus dem Grunde, weil dieſe Betrachtungsweiſe ſchon ein gleichſam hiſtoriſches Bild der allmählichen Entwickelung der Erdrinde und der Entfaltung des organiſchen Lebens auf derſelben gewährt. In dem zweiten Bande, welcher die ungeſchichteten Geſteine und die Wirkungen derſelben auf die geſchichteten Ablagerungen enthält, würde eine ſolche Ordnung nur zu unzähligen Wiederholungen und Verlängerungen geführt haben. Die vulcaniſchen Erſcheinungen der Jetztwelt ſind äußerſt complicirt, und deshalb durften ſie nicht ebenſo vorausgeſetzt werden, wie die wenigen und einfachen Verhältniſſe, welche bei der Bildung der geſchichteten Geſteine in Wirkung treten. Es mußte alſo bei den im Verlaufe des zweiten Bandes darzuſtellenden Erſcheinungen der umgekehrte Gang, von den jetzt ſtattfindenden Phänomenen zu den in früherer Epoche vorhandenen, eingeſchlagen werden. Es leitet dieſe Weiſe der Darſtellung dann natürlich zu der Geſchichte jener großartigen Kataklysmen, welche von Zeit zu Zeit die Geſtalt der Erdrinde veränderten, und deren hiſtoriſche Auffaſſung vom Beginne an in aufſteigender Reihe verfolgt wird. Auch in dem zweiten Bande wurden ſo viel wie möglich die wichtigeren Verhältniſſe durch Holzſchnitte erläutert, deren Anfertigung von der Verlagshandlung mit größter Sorgfalt überwacht wurde.

Bei meiner Entfernung vom Druckorte übernahm Herr Dr. Gumprecht in Berlin freundſchaftlichſt die Reviſion der Bogen, wofür ich demſelben, ſowie für manche Verbeſſerungen und Berichtigungen des Textes, dankbar verpflichtet bin.

Paris, im Mai 1846.

Dr. C. Vogt.

Systematisches Inhaltsverzeichniß

des

ersten Bandes.

	§.	Seite.
Einleitung. Umschreibung des Gegenstandes	1—15.	1—11
1. Gebiet der Geologie	1—7.	1—6
Definition der Geographie. Zweige derselben	1.	1
Astronomische Geographie	1.	1
Physikalische » »	1.	1
Meteorologie	1.	1
Politische Geographie	1.	1
Thiergeographie	1.	1
Pflanzengeographie	1.	1
Beziehungen derselben zur Bodenstructur	2.	2
Gegenstand der Geologie	3.	2
Eigenthümlichkeiten der festen Erdrinde	4.	2
Astronomie als Hülfswissenschaft der Geologie	5.	3
Paläontologie	6.	4
Verhältniß derselben zur Botanik und Geologie	7.	5
2. Beziehungen der Geologie	8—9.	6—7
Zur Astronomie	8.	6
Zur Physik des Erdballs	8.	6
Zur Mineralogie	8.	6
Zur Chemie	8.	6
Betreibung der Geologie als Erfahrungswissenschaft	9.	7
3. Zweige der Geologie	10—15.	7—11
Stratigraphie	10.	7
Neptunische Gebilde	11.	9
Plutonische »	11.	9
Orographie	12.	9
Oryktognosie	13.	10
Geognosie	14.	10
Geogenie	15.	10
Erstes Kapitel. Einige physikalische Verhältnisse der Erde	16—154.	12—111
4. Gestalt der Erde	16—20.	12—16
Abplattung	16.	12
Dimensionen	17.	13
Gebräuchliche Längenmaße	18.	14
Gradmessungen	19.	15
Ursachen ihrer Abweichungen	20.	15
5. Die innere Erdwärme	21—59.	16—37

	§.	Seite.
Einzelne Beobachter derselben	21.	16
Bestimmung der Lufttemperatur in den Gruben	22.	16
» » Temperatur der Grubenwasser	23.	17
» » » des Gesteines	24.	17
Einwürfe gegen diese Methode	25.	18
Reich's Untersuchungen	26.	19
Resultat derselben	27.	20
Extreme anderer Untersuchungen	28.	20
Artesische Brunnen	29.	20
Resultat des Grenelle-Brunnens	30.	21
Andere artesische Brunnen	31.	22
Temperatur des Bodens	32.	23
Isothermen	33.	24
Specifische Wärme der Gesteine	34.	25
Aeußere Leitungsfähigkeit des Bodens	35.	25
Innere Leitungsfähigkeit	36.	26
Messung derselben	37.	26
Messung derjenigen des Bodens	38.	27
Art der Einwirkung der Sonne	39.	28
Meßbare Tiefe derselben	40.	28
Ankunft der Wärmewellen in der Tiefe	41.	28
Schlüsse aus dem Vorhergehenden	42.	29
Verhältniß der Erdwärme zur Sonne	43.	29
Innere Wärme der Erde	45.	30
Endperiode der Erkaltung	46.	31
Art der Zunahme der Wärme nach innen	47.	31
Innerer leitungsfähiger Kern	48.	32
Wärmegrad des Erdcentrums	49.	32
Dicke der Erdkruste	50.	32
Buffon's Untersuchungen	51.	33
Erkaltung der Lava	52.	33
Jährlicher Wärmeverlust des Bodens	53.	34
Erhöhung der Klimate durch denselben	54.	34
Zeitmaß der Erkaltung	55.	35
Folgerungen	56.	36
Veränderte physikalische Verhältnisse	57.	36
Mechanische Folgen der Erkaltung	58.	37
Innere Wärmequelle	59.	37
6. Atmosphärische Hülle der Erde	60—67.	38—43
Verhältniß der Meteorologie	60.	38
Zusammensetzung der Atmosphäre	61.	38
Gränze derselben	62.	39
Versuch von Faraday	63.	39
Wollaston's Deductionen	64.	40
Brechung der Lichtstrahlen	65.	41
Jupitersmonde	66.	42
Begränzte Atmosphären	67.	43
7. Das Wasser	68—79.	43—50
Meerwasser und süßes Wasser	68.	43
Salzgehalt des Meerwassers	69.	44
Grund der Verschiedenheiten darin	70.	44
Mittelländisches Meer	71.	45
Zusammensetzung des Meerwassers	72.	46
Physikalische Folgen des Salzgehaltes	73.	46
Einfluß auf die Bewohner	74.	47
Humboldt's Methode zur Berechnung des Flächenraumes der Meere	75.	47

	§.	Seite.
Andere Methode	76.	48
Verhältniß des Festlandes	77.	48
Größe der alten und neuen Welt	78.	49
Flächenraum der Zonen	79.	49
8. Absolute Höhe verschiedener Punkte auf der Erde	80—92.	50—65
Ebbe und Fluth	80.	50
Bestimmung des Meeresniveau's	81.	51
Unterschiede zwischen einzelnen Meeren	82.	51
Depressionen unter dem Meeresniveau	83.	52
Kaspisches Meer	84.	52
Todtes Meer	85.	53
Höhe der Binnenseen	86.	54
Maßangaben	87.	55
Höhe der bedeutendsten Wohnplätze	88.	56
Höhe der Plateau's	89.	58
Höhe der Gebirge in Europa	90.	60
» » » in Asien, Africa und America	91.	62
Höhe der Pässe	92.	64
9. Volumverhältnisse	93—113.	65—78
Methode der Berechnung	93.	65
Flächenmaße	94.	66
Betrag der Erdoberfläche	95.	66
Flächenraum der Continente	96.	67
Flächenraum einzelner Theile derselben	97.	68
Volumberechnung	98.	69
Berechnung der Plateau's	99.	69
B. der Bergketten. Reduction auf eine Pyramide	100.	70
Reduction auf ein Ellipsoid	101.	71
» » mehre Pyramiden	102.	72
Berechnungsmethode A. v. Humboldt's	103.	72
Mittlere Höhe der Continente	104.	73
Im Verhältniß zum Meere	105.	73
Größe des Gebietes der Geologie	106.	74
Tiefe des Meeres	107.	74
Erosion der Continente	108.	75
Verhältniß der Dicke der Continente zu den Erddimensionen	109.	75
Volum des Meeres	110.	76
Folgerung daraus	111.	76
Vertheilung des organischen Lebens	112.	76
Einwirkung der Masse der Atmosphäre	113.	77
10. Allgemeine Orographie	114—154.	78—110
Ebenen und Berge	114.	78
Verhältniß der Berge zum Erdhalbmesser	115.	79
Vergleichung Dolomieu's	116.	80
Vertheilung der Bergketten	117.	80
Verhältniß derselben zu den Ebenen	118.	81
System der Kartenzeichnung	119.	81
Verhältniß der Gestalt der Continente zu den Bergketten	120.	82
Zu den Polen	122.	83
Anordnung der Thäler	123.	84
Unabhängigkeit derselben von den Ketten	124.	85
Fünf Arten der Gruppirung der Berge	125.	87
Inseln tauglich zum Studium derselben	126.	88
Längenmaße einzelner Ketten	127.	88

	§.	Seite.
Zusammensetzung größerer Ketten	128.	90
Verhältniß der Höhen zu den Päſſen	129.	90
Fünf verſchiedene Aren der Bergketten	130.	91
Arten der Thäler. Querthäler. Thäler erſter Ordnung	131.	92
Ausmündung auf die Ebene	132.	93
Keſſelthäler	133.	93
Längsthäler	134.	94
Erhebungsthäler	135.	94
Thäler in ebenen Gegenden	136.	95
Rißthäler	137.	95
Verhältniſſe der Centralkerne der Ketten	138.	96
» » Gehänge beider Seiten	139.	97
Zerreißungsthäler und Einbiegungsthäler	140.	98
Verhältniß der inneren Structur zu der äußeren Erſcheinung der einzelnen Gegenden	141.	99
Geologiſche Karten	142.	99
Beckenform der Ablagerungen	142.	100
Darſtellung der Bergketten	143.	101
Täuſchung durch Thalriſſe	144.	102
Geologiſche Durchſchnitte und Profile	145.	103
Uebelſtände bei Anfertigung derſelben	146.	104
Geſtalten der Erderhabenheiten	147.	105
Aufſchüttung loſer Materialien	148.	105
Geſtalten, aus unbeſtimmter innerer Structur hervorgegangen	149.	106
Geſtalten aus tafelförmiger Abſonderung	150.	107
» » prismatiſcher Abſonderung	151.	108
» » geſchichteter Maſſenabſonderung	152.	108
Unterſchied von der tafelförmigen Abſonderung	153.	110
Einfluß der Schichtung auf die Geſtalt der Ebene	154.	110
Zweites Kapitel. Lithologie	155—271.	111—154
Gegenſtand der Lithologie	155.	111
Verhalten der Felsarten	156.	112
Structur derſelben. I. Theilungsſtructur	157.	113
1. Schieferige Structur. Phylladen	158.	113
2. Pſeudo-reguläre Structur	158.	114
3. Unbeſtimmte Structur	159.	114
II. Aggregationsſtructur. Primäre Structuren	160.	115
1. Granitiſche Structur	161.	115
2. Gebänderte »	162.	115
3. Gekreuzte »	163.	115
4. Porphyrſtructur	164.	116
5. Mandel »	165.	116
6. Mergel »	166.	116
7. Schlacken »	167.	117
8. Sandſtein »	168.	117
Secundäre Structuren	169.	117
Porphyrartige Granite	169.	117
Granitiſche Mandelſteine	169.	118
Porphyriſche »	169.	118
Klaſſification der Felsarten	170.	118
Kennzeichen » »	171.	118
Unterſuchung ihrer Elemente	172.	119
Zuſammenſetzende Mineralien	173.	119
Aufzählung derſelben	174.	120
Beſchreibung der Felsarten. Methode	175.	120

	§.	Seite.
1. Granitiſche Felsarten	176—187.	121—127
Granit	176.	121
Gneiß	177.	122
Protogin	178.	123
Adergranit	178.	123
Eurit	179.	123
Grobkörnige Granite	180.	124
Schriftgranit	181.	124
Pegmatit	181.	124
Judenſtein	181.	124
Blättriger Feldſpath	181.	124
Weißſtein	182.	125
Leptinit, Felſit oder körniger Feldſpath	182.	125
Erdiger Feldſpath, Kaolin oder Porzellanerde	183.	125
Greiſen oder Hyalomict	184.	125
Schörlfels, Hyalo-Turmalin, Schorl-rock	184.	126
Topasfels	185.	126
Miaskit	186.	126
Syenit	187.	126
Amphibolit	187.	127
2. Porphyrgeſteine	188—191.	127—129
Quarzführende Porphyre	188.	127
Feldſteinporphyre	188.	128
Thonporphyre	188.	128
Braune Porphyre	188.	128
Pechſtein oder Retinit	189.	128
Quarzit, Petroſilex oder Quarzfels	190.	128
Pyromerid	191.	128
3. Trachytiſche Geſteine	192—200.	129—132
Urſprung und Eigenthümlichkeit	192.	129
Granitiſcher Trachyt	193.	129
Porphyriſcher Trachyt	194.	130
Mühltrachyt	194.	130
Trachyt von Iſchia	195.	130
Domit	196.	131
Perlit	197.	131
Obſidian	198.	131
Bimsſtein	199.	131
Phonolith oder Klingſtein	200.	132
4. Amphibol-Geſteine	201—208.	132—134
Zuſammenſetzung	201.	132
Diorit oder Grünſtein	202.	133
Grünſteinporphyr	203.	133
Amphibolit oder Hornblendefels	204.	133
Anthophyllit oder Hornblendeſchiefer	205.	133
Cornéenne, Aphanit (Lapis corneus)	206.	133
Hemithren	207.	134
5. Pyroxen-Geſteine	208—215.	134—137
Zuſammenſetzung	208.	134
Grünſtein oder Dolerit	209.	134
Dolerit-Porphyr	210.	134
Melaphyr	211.	135
Baſalt	212.	135
Baſaltwacke	212.	136
Nephelit	213.	136
Cyclophyr	214.	136
Leucitophyr	215.	136

		§.	Seite.
	Sodalophyr	215.	136
	Hauynophyr	215.	136
6.	Hypersthen-Gesteine	216.	136
	Hyperit	216.	137
7.	Diallage-Gesteine	217.	137
	Euphotid	217.	137
8.	Trapp-Gesteine	218.	138
9.	Serpentin-Gesteine	219.	138
10.	Talk-Gesteine	220.	139
	Topfstein (Pierre ollaire)	220.	139
	Talkschiefer (Steaschiste)	221.	139
11.	Glimmer-Gesteine	222.	140
	Glimmerschiefer (Micaschiste)	222.	140
	Aventurin	222.	140
12.	Quarz-Gesteine	223—227.	140—141
	Quarzit	223.	140
	Kiesel oder Siler	224.	141
	Kieselguhr	224.	141
	Tripel	224.	141
	Mühlstein	225.	141
	Prüfstein	226.	141
	Jaspis	227.	141
13.	Kalk-Gesteine	228—238.	141—144
	Zusammensetzung	228.	141
	Krystallinischer Kalk. Marmor	229.	141
	Concretionirter Kalk. Alabaster	230.	142
	Oolithenkalk	231.	142
	Kreide	232.	142
	Chloritische Kreide (Glauconie)	233.	142
	Mergel	234.	143
	Asphalt	235.	143
	Compacter Kalk	236.	143
	Breccien- oder Lumachellen-Kalk	236.	144
	Grobkalk	236.	144
	Süßwasserkalk	238.	144
	Tuff und Travertin	238.	144
14.	Dolomite	239.	145
	Schieferige Dolomite	240.	146
	Compacte Dolomite	240.	146
15.	Gyps-Gesteine	241.	146
	Anhydrit	241.	146
	Trippstein	241.	146
	Gyps	242.	146
16.	Steinsalz	243.	147
17.	Eisensteine	244.	147
	Spatheisenstein oder Braunkalk	245.	147
	Eisennieren (Fer en rognons)	245.	147
	Magneteisenstein	246.	148
	Eisenoxyd	247.	148
	Eisenglanz oder Eisenglimmer	247.	148
	Thoneisenstein, Blutstein	247.	148
	Bohnerz, Raseneisen, Fer pisolitique	248.	148
	Eisenkies (Pyrite de fer)	249.	148
	Schwefelkies	249.	148
	Wasserkies	249.	148
18.	Fossile Brennstoffe	250—255.	148—150
	Torf	251.	149

		§.	Seite.
	Braunkohle (Lignite)	252.	149
	Umbererde	252.	149
	Steinkohle (Houille)	253.	149
	Coke	253.	149
	Anthracit (Glanzkohle)	254.	150
	Graphit, Wasserblei	255.	150
19.	Sandsteine	257—262.	151—152
	Conglomerate oder Puddinge	257.	151
	Nagelflue, Gompholit	258.	151
	Breccien (Brèches)	259.	151
	Sandsteine, eigentliche	260.	152
	Psammit	261.	152
	Molasse	262.	152
	Macigno	262.	152
20.	Thongesteine	263—271.	152—154
	Zusammensetzung	263.	152
	Plastischer Thon, Pfeifenerde (Terre glaise)	264.	152
	Walkererde (Terre à foulon)	265.	153
	Lehm (Limon)	265.	153
	Ocker	265.	153
	Thonschiefer	266.	153
	Dachschiefer (Ardoise)	267.	153
	Wetzschiefer (Coticule)	268.	153
	Grauwacke	269.	154
	Phylladen	270.	154
	Ampelit	270.	154
	Alaunschiefer (Ampélite alunifère)	270.	154
	Zeichenschiefer (Ampélite graphique)	270.	154
	Kalkschiefer (Calschiste)	271.	154
	Kupferschiefer	271.	154
Drittes Kapitel.	Specielle Geognosie	272—833.	155—436
	Drei Klassen von Elementen der Erdrinde	272.	155
	1. Schichten	272.	155
	Schichtungsklüfte	273.	156
	Schieferige Absonderungen	273.	156
	Schichtfläche, Mächtigkeit, Lagerung, Einfallen, Streichen der Schichten	274.	157
	2. Gänge	275.	157
	Adern, Ausläufer, Saalbänder	275.	158
	3. Unregelmäßige Massen	276.	158
	Eintheilung der Geognosie in drei Theile	277.	159
Die geschichteten Gesteine		278—833.	159—436
	Zusammensetzung	278.	159
	Ursprüngliche horizontale Lagerung	279.	159
	Beweise dafür. Puddinge	279.	160
	Lagerung der Rollsteine	280.	160
	» » Fossilien	281.	160
	Abweichende Schichtung	282.	161
	Formation	283.	162
	Terrain	284.	162
I. Palaözoische Gebilde (Groupe palaeozoique)		285—422.	163—250
	Aufzählung der Glieder dieser Gruppe	285.	163
1. Cambrisches System		286—291.	163—165
	Zusammensetzung	286.	163
	Versteinerungen	287.	164

	§.	Seite.
Oertlichkeiten	288.	164
In England	289.	164
Snowdonfelſen, Balakalk, Plynlymmonſchiefer	289.	164
In der Bretagne	290.	165
Metamorphiſche Erſcheinungen	291.	165
2. Siluriſches Syſtem (Untere Grauwacke)	292—299.	166—171
In England	292.	166
Llandeilo- und Caradoc-Geſteine	292.	166
Wenlock- und Ludlow-Schichten. Aymeſtry-Kalk	292.	167
In der Bretagne	293.	167
In den Pyrenäen	294.	169
In Rußland	295.	169
In Nordamerica	296.	169
In Schweden	297.	170
In Deutſchland	298.	170
Liſte der Verſteinerungen	299.	170
3. Devoniſches Syſtem (Vieux grès rouge; Old red Sandstone)	300—338.	171—201
In England	300.	171
Tilestone; Cornstone	300.	172
In Schottland	301.	172
In Rußland	302.	173
In Braſilien, am Cap, in Oſtindien	303.	173
In Nordamerica	304.	173
In Rußland	305.	173
In der Bretagne	306.	174
Uebergangsgebilde im Allgemeinen	307.	174
Am Rhein. Ardennen	308.	175
In Belgien	309.	175
Rheiniſches Uebergangsgebirge. Erſtreckung	310.	176
Linkes Ufer. Zuſammenſetzung	311.	177
Rechtes Ufer. »	312.	179
Am Harz	313.	179
Liſte der Petrefacten	314.	180
Polypen. Stromatopora, Tragos, Syringopora, Catenipora, Cyathophyllum, Astraea, Aulopora, Retepora, Gorgonia, Favosites	316.	182
Enkriniten (Seelilien). Cyathocrinus, Hypanthocrinus, Dimerocrinus, Cupressocrinus	317.	184
Mollusken, Weichthiere	318.	185
Acephalen, Muſchelthiere	319.	185
Monomyarier (Avicula)	321.	186
Dimyarier (Cardium)	322.	186
Cypricardia	322.	187
Brachyopoden	323.	187
Pentamerus, Strygocephalus	323.	188
Leptaena, Orthis, Spirifer, Terebratula	323.	189
Calceola	323.	190
Gaſteropoden, Bauchfüßler	324.	190
Turbo, Monodonta, Natica, Pleurotomaria, Euomphalus	324.	191
Cirrhus, Schizostoma, Buccinum, Murchisonia	324.	192
Bellerophon	325.	193
Conularia	326.	193
Cephalopoden, Kopffüßler	327.	193
Familien der Cephalopoden	328.	194
Orthoceras	329.	194

	§.	Seite.
Phragmoceras	329.	195
Lituites; Nautilus	329.	196
Ammoniten. Goniatites	330.	196
Gliederthiere	331.	197
Trilobiten	332.	197
Trinucleus; Homalonotus, Calymene	332.	198
Phacops, Brontes, Arges	332.	199
Fische	333.	199
Cephalaspis, Pterichthys	334.	200
Akanthodier; dipterische Sauroiden	335.	201
Cölakanthen. Asterolepis; Bothriolepis	336.	201
Ganoiden	337.	201
4. Steinkohlensystem (Terrain houiller, Carboniferous system)	338—385.	201—232
Kohlenkalk, Bergkalk (Calcaire carbonifère; Mountain limestone)	338.	202
Kohlensandstein (Grès houiller; Carboniferous grit)	338.	202
1. In England	339—341.	202—204
In Wales	339.	202
In Derbyshire und Yorkshire	340.	203
Successive Veränderung	341.	203
2. Marine Steinkohlenbecken auf dem Continente	342—347.	204—207
Durch Kohlenkalk ausgezeichnet	342.	204
Belgisches Becken	343.	204
Zusammensetzung	344.	205
Bei Aachen	345.	205
Westphälische Fortsetzung	346.	206
An der Ruhr	347.	206
3. Binnenmulden	348—375.	207—224
Zusammensetzung im Allgemeinen	348.	207
Pfälzisches Kohlenbecken	349.	207
Ufer der Saar	350.	208
Niederschlesisches Becken	351.	209
Bei Zwickau	352.	210
Schichtenfolge bei Oberhohndorf	353.	210
Becken von St. Etienne	354.	211
Zusammensetzung	355.	211
Andere französische Binnenmulden	356.	212
Böhmen	357.	212
Petrefactenverzeichniß der Steinkohlen	358.	213
Fossile Pflanzen; ihr Vorkommen als Abdrücke	359.	213
Verkieselt	360.	214
Als Kohle	361.	214
Unterscheidung von denen des Uebergangsgebirges	262.	214
Gefäßcryptogamen	363.	214
Equisetaceen. Calamites	363.	215
Farrenkräuter	364.	215
Sphenopteris	364.	216
Odontopteris; Sigillaria	365.	217
Lykopodiaceen. Lepidodendron	366.	218
Stigmarien	367.	218
Monokotyledonen. Coniferen	368.	220
Dikotyledonen	369.	220
Sphenophyllum; Annularia	369.	221
Enkriniten. Rhodocrinus, Cupressocrinus	370.	221
Scorpion	371.	221

	§.	Seite.
Fische; Cestracionten; Orodus, Cochliodus	372.	222
Hybodonten; Cladodus, Tristychius	373.	223
Sauroiden; Megalichthys	374.	223
Lepidoiden; Palaeoniscus	375.	224
Veränderung der Brennstoffe im Verhältniß zum geologischen Alter	376.	224
Structur der Steinkohle	377.	226
Künstliche Darstellung derselben	378.	226
Entstehung der Binnenmulden durch Treibholz	379.	227
Berechnung der Umwandlung des Holzes in Steinkohle	380.	228
Resultate dieser Berechnung	381.	229
Erzeugung durch Umwandlung von Wäldern	382.	230
Aufrechtstehende Stämme	383.	230
Oefterer Niveauwechsel der Moräste	384.	231
Neuere Beispiele dazu	385.	231
5. Permisches System (Penäisches S.: Syst. pénéen, Magnesian limestone; rothes Todtliegendes, Kupferschiefer, Zechstein, Vogesensandstein)	386—403.	232—240
Hauptsächlichster Charakter	386.	232
Rothes Todtliegendes in Deutschland	387.	232
Hohle Räume desselben; Mächtigkeit	388.	234
Weiß Liegendes	389.	234
Kupferschiefer	390.	235
Zechstein	391.	235
Rauchwacke	392.	235
Asche, Stinkstein, Gyps und Letten	393.	236
Ansehn der Formation	394.	236
Oertlichkeiten	395.	236
In England	396.	236
Zusammensetzung, Conglomerat, Schiefermergel, Magnesian limestone	396.	237
In den Vogesen; Vogesensandstein	397.	237
Zusammensetzung	398.	238
In Rußland	399.	238
Petrefactenverzeichniß	400.	239
Allgemeiner Charakter der Fauna, Producte	401.	239
Fische, Paläoniscken, Platysomen, Acrodus (Dictaea)	402.	240
Reptilien. Protorosaurus	403.	240
Paläozoische Gruppe im Allgemeinen	404—422.	241—250
Gleichförmige Verbreitung der Fauna und Flora	404.	241
Gleichförmigkeit der Klimate	405.	241
Veränderung des Aequators	406.	242
Innere Erdwärme	407.	243
Berechnung	408.	243
Directer Einfluß gering	409.	243
Indirecter »	410.	244
Wärme der Meere	411.	244
Strömungen	412.	244
Einfluß auf die Continente	413.	245
Einhüllung der Pole in Dunstmassen	414.	245
Temperatur der Pole	415.	246
Vermehrung der Atmosphäre	416.	246
Metamorphismus	417.	246
Zufälliger und normaler Metam.	418.	247
Normaler Metamorphismus	419.	247
Zusammensetzung der Atmosphäre	420.	248

	§.	Seite.
Verhalten der Thiere zu derselben	421.	249
Erzeugung und Menge der Kohlensäure	422.	250
Secundäre Gebilde. Trias. Jura. Kreide	423—674.	251–360
6. Die Trias, Groupe triasique; Salzgebirge; Terrain salifère	423—465.	251—272
Zusammensetzung aus drei Gliedern	423.	251
Der bunte Sandstein (Grès bigarré; New red sandstone; Variegated sandstone)	424—430.	251—254
Verhalten zum Vogesensandstein	424.	251
Untere Schichten	425.	252
Mächtigkeit und Erstreckung	426.	252
Im nordwestlichen Deutschland	427.	253
Um die Vogesen	428.	254
In England	429.	254
Petrefactenverzeichniß	430.	254
Der Muschelkalk; Calcaire coquiller; rauchgrauer Kalk	430—435.	254—258
Zusammensetzung. Wellenkalk	431.	255
Anhydritgruppe	432.	255
Schichtenfolge bei Sulz	433.	255
Rauchgrauer Kalk von Friedrichshall	434.	256
Verbreitung und Mächtigkeit	434.	257
Petrefactenverzeichniß	434.	258
P. V. der Lettenkohle	435.	258
Der Keuper, Marnes irisées, Red marls	436—440.	258—260
Zusammensetzung. Lettenkohle	436.	258
Dolomit und bunte Mergel	437.	259
Sandsteine, Schilfsandsteine	438.	259
Erstreckung	439.	260
Petrefactenverzeichniß	440.	260
Trias in Frankreich	441.	260
Schichtenfolge bei Dieuze	442.	261
In der Schweiz	443.	262
In England	444.	262
Flora der Trias	445.	262
Albertia	446.	263
Voltzia	447.	263
Anthophyllum	448.	264
Kohlenablagerungen	449.	264
Fauna der Trias	450.	264
Strahlthiere, Encrinus	451.	265
Asterien Ophiuren Polypen	452.	266
Muschelbänke	453.	266
Kammmuscheln. Pecten	454.	266
Trigonien. Myophoria	455.	267
Avicula	456.	267
Terebratula	456.	268
Cephalopoden. Ceratites	457.	268
Crustaceen. Pemphix	458.	268
Fische. Hybodus	459.	269
Placodus	460.	269
Saurichthys	461.	270
Gyrolepis	462.	270
Labyrinthodonten. Mastodonsaurus	463.	270
Vogelspuren. Ornitichnites	464.	272
Säugethierspuren. Cheirotherium	465.	272

	§.	S
7. Juraſſiſches Syſtem. Oolithgebirge, Oolitic series; Formation jurassique	466—571.	27
Allgemeines darüber	466.	
Jura in England. Eintheilung	467—486.	27
1. Lias. Bone-bed. Bituminöſe Schiefer	468.	
Liaskalk	469.	
Oberer Lias	470.	
2. Bath-Gruppe. Unterer Oolith. Oolite inférieure	471—478.	27
Marly-sandstone	471.	
Eiſenoolith. Quaderoolith	472.	
Fullers-earth. Walkererde. Terre à foulon	473.	
Great oolite. Großer Oolith. Grande oolite	474.	
Plattenſchiefer von Stonesfield	475.	
Bradfordthon. Bradford-clay. Forest-marble	476.	
Corn-brash	477.	
Die Bath-Gruppe im Ganzen	458.	
3. Oxford-Gruppe	479—483.	27
Kelloway-rocks	479.	
Oxfordthon	480.	
Calcareous grit	481.	
Coral-rag. Corallien. Korallenkalk	482.	
Eiſenoolith. Oxfordoolith. Oolite pisolitique	483.	
4. Portland-Gruppe	484—486.	27
Kimmeridgemergel	484.	
Portlandkalk	485.	
Erſtreckung in England	486.	
Jura in Frankreich	487—496.	27
Erſtreckung	487.	
Lias	488.	
Eiſenoolith und Walkererde	489.	
Hauptoolith	490.	
Oxfordthon. Argile de Dives	491.	
Aenderung gegen die Schweiz hin	492.	
Petrefactenverzeichniß des Lias	493.	
» » » für den unteren Oolith	494.	
» » » für den mittleren Oolith, Oxfordmergel und Coral-rag	495.	
Petrefactenverzeichniß für den oberen Oolith, Kimmeridgemergel und Portlandkalk	496.	
Jura in der Schweiz	497—505.	28
Erſtreckung und Structur	497.	
Bildung der Ketten	498.	
Lias	499.	
Bath-Gruppe. Unterer Oolith	500.	
Walkererde. Calcaire roux-sableux. Dalle nacrée	501.	
Oxford-Gruppe. Knotenkalk. Terrain à chailles	502.	
Korallenkalk, Korallenoolith, Nerineenkalk, Aſtartenkalk	503.	
Portland-Gruppe	504.	
Art der Abſetzung der Schichten	505.	
Jura in Deutſchland	506—520.	28
Im ſüdlichen Deutſchland. Schwarzer Jura, Lias	508.	
Mittlerer, brauner Jura	509.	
Weißer Jura	510.	
Fränkiſcher Jura. Dolomit	511.	
Nerineen und Diceratenkalk. Portlandkalk	512.	
Lithographiſche Schiefer	513.	

	§.	Seite.
Jura im nördlichen Deutſchland	514.	290
Unterer Oolith. Dogger	515.	291
Oberer Jura Norddeutſchlands	516.	291
Petrefactenverzeichniß für den Lias	517.	291
» » » » » mittleren Jura	518.	291
» » » » » oberen Jura	519.	292
» » » » Nerineen- und Diceratenkalk	520.	292
Jura in den Alpen	521—522.	293—294
Erſtreckung und Zuſammenſetzung	521.	293
Hochgebirgskalk	522.	294
Flora des Jura. Fucoiden. Baliostichus	523.	294
Cycadeen. Zamia	524.	294
Cycadites (Mantellia)	525.	295
Mamillaria	526.	295
Fauna des Jura. Korallen. Astraea	527.	296
Maeandrina	528.	295
Explanaria	529.	296
Labophyllia	530.	296
Apiocrinus	531.	296
Pentacrinus	532.	297
Seeigel. Echiniden	533.	297
Cidaris. Hemicidaris	534.	298
Dysaster	535.	298
Clypeus	536.	269
Diadema	537.	299
Spirifer. Terebratula	538.	299
Auſtern. Ostrea	539.	300
Gryphaea	540.	300
Plicatula	541.	301
Kammmuſcheln. Pecten	542.	302
Perna	543.	302
Trigonia	544.	303
Myaceen. Goniomya	545.	304
Pholadomya	546.	304
Doppelhorn. Diceras	547.	305
Astarte	548.	305
Nucula	549.	305
Pinna. Steckmuſchel	550.	306
Lima. Feilenmuſchel. (Plagiostoma)	551.	306
Pteroceras. Flügelhorn	552.	505
Pleurotomaria	553.	307
Nerinea	554.	307
Ammoniten	555.	308
Nautilus. Rhyncholites. Conchorrhynchus	556.	310
Aptychus	557.	310
Belemnites	558.	311
Libelle	559.	312
Fiſche. Heterocerken. Homocerken. Ceſtrationten. Strophodus	560.	313
Ganoiden. Pycnodus	561.	313
Lepidoiden. Dapedius. Tetragonolepis. Lepidotus. Pholidophorus	562.	314
Sauroiden. Megalurus	563.	315
Aspidorhynchus	564.	315
Enaliosaurier. Seeeidechſen	565.	315
Ichthyosaurus	566.	315

	§.	Seite.
7. Juraſſiſches Syſtem. Oolithgebirge, Oolitic series; Formation jurassique	466—571.	273—321
Allgemeines darüber	466.	273
Jura in England. Eintheilung	467—486.	274—279
1. Lias. Bone-bed. Bituminöſe Schiefer	468.	275
Liaskalk	469.	275
Oberer Lias	470.	275
2. Bath-Gruppe. Unterer Oolith. Oolite inférieure	471—478.	275—277
Marly-sandstone	471.	275
Eiſenoolith. Quaderoolith	472.	276
Fullers-earth. Walkererde. Terre à foulon	473.	276
Great oolite. Großer Oolith. Grande oolite	474.	276
Plattenſchiefer von Stonesfield	475.	277
Bradfordthon. Bradford-clay. Forest-marble	476.	277
Corn-brash	477.	277
Die Bath-Gruppe im Ganzen	458.	277
3. Oxford-Gruppe	479—483.	277—278
Kelloway-rocks	479.	277
Oxfordthon	480.	278
Calcareous grit	481.	278
Coral-rag. Corallien. Korallenkalk	482.	278
Eiſenoolith. Oxfordoolith. Oolite pisolitique	483.	278
4. Portland-Gruppe	484—486.	278—279
Kimmeridgemergel	484.	278
Portlandkalk	485.	278
Erſtreckung in England	486.	279
Jura in Frankreich	487—496.	279—283
Erſtreckung	487.	280
Lias	488.	280
Eiſenoolith und Walkererde	489.	280
Hauptoolith	490.	281
Oxfordthon. Argile de Dives	491.	281
Aenderung gegen die Schweiz hin	492.	281
Petrefactenverzeichniß des Lias	493.	281
» » » für den unteren Oolith	494.	282
» » » für den mittleren Oolith, Oxfordmergel und Coral-rag	495.	292
Petrefactenverzeichniß für den oberen Oolith, Kimmeridgemergel und Portlandkalk	496.	283
Jura in der Schweiz	497—505.	283—287
Erſtreckung und Structur	497.	283
Bildung der Ketten	498.	284
Lias	499.	285
Bath-Gruppe. Unterer Oolith	500.	286
Walkererde. Calcaire roux-sableux. Dalle nacrée	501.	286
Oxford-Gruppe. Knotenkalk. Terrain à chailles	502.	286
Korallenkalk, Korallenoolith, Nerineenkalk, Aſtartenkalk	503.	287
Portland-Gruppe	504.	287
Art der Abſetzung der Schichten	505.	287
Jura in Deutſchland	506—520.	288—292
Im ſüdlichen Deutſchland. Schwarzer Jura, Lias	508.	288
Mittlerer, brauner Jura	509.	289
Weißer Jura	510.	289
Fränkiſcher Jura. Dolomit	511.	289
Nerineen und Diceratenkalk. Portlandkalk	512.	290
Lithographiſche Schiefer	513.	290

	§.	Seite.
Jura im nördlichen Deutschland	514.	290
Unterer Oolith. Dogger	515.	291
Oberer Jura Norddeutschlands	516.	291
Petrefactenverzeichniß für den Lias	517.	291
» » » » » mittleren Jura	518.	291
» » » » » oberen Jura	519.	292
» » » » Nerineen- und Diceratenkalk	520.	292
Jura in den Alpen	521—522.	293—294
Erstreckung und Zusammensetzung	521.	293
Hochgebirgskalk	522.	294
Flora des Jura. Fucoiden. Baliostichus	523.	294
Cycadeen. Zamia	524.	294
Cycadites (Mantellia)	525.	295
Mamillaria	526.	295
Fauna des Jura. Korallen. Astraea	527.	296
Maeandrina	528.	295
Explanaria	529.	296
Labophyllia	530.	296
Apiocrinus	531.	296
Pentacrinus	532.	297
Seeigel. Echiniden	533.	297
Cidaris. Hemicidaris	534.	298
Dysaster	535.	298
Clypeus	536.	269
Diadema	537.	299
Spirifer. Terebratula	538.	299
Austern. Ostrea	539.	300
Gryphaea	540.	300
Plicatula	541.	301
Kammmuscheln. Pecten	542.	302
Perna	543.	302
Trigonia	544.	303
Myaceen. Goniomya	545.	304
Pholadomya	546.	304
Doppelhorn. Diceras	547.	305
Astarte	548.	305
Nucula	549.	305
Pinna. Steckmuschel	550.	306
Lima. Feilenmuschel. (Plagiostoma)	551.	306
Pteroceras. Flügelhorn	552.	505
Pleurotomaria	553.	307
Nerinea	554.	307
Ammoniten	555.	308
Nautilus. Rhyncholites. Conchorrhynchus	556.	310
Aptychus	557.	310
Belemnites	558.	311
Libelle	559.	312
Fische. Heterocerken. Homocerken. Cestrationten. Strophodus	560.	313
Ganoiden. Pycnodus	561.	313
Lepidoiden. Dapedius. Tetragonolepis. Lepidotus. Pholidophorus	562.	314
Sauroiden. Megalurus	563.	315
Aspidorhynchus	564.	315
Enaliosaurier. Seeeidechsen	565.	315
Ichthyosaurus	566.	315

	§.	S.
Plesiosaurus	567.	
Pterodactylus	568.	
Teleosaurier. Mystriosaurus	569.	
Schildkröten	570.	
Säugethiere. Thylacotherium. Phascolotherium	571.	
8. Die Kreide. Terrain crétacé. Chalk	572—674.	321
Ueberhaupt	572.	
Kreide in England	573—575.	322
Wälderthon. Wealden rocks. Formation Wealdienne	573—575.	322
Purbeckschichten. (Purbeck beds)	573.	
Hastings-Sand	574.	
Wälderthon. Weald clay	575.	
Grünsand. Green sand. Grès vert	576—578.	323
Unterer Grünsand	576.	
Gault	577.	
Oberer Grünsand Fire-stone	578.	
Eigentliche Kreide	579—583.	324
Kreidemergel. Chalk marl	579.	
Weiße Kreide	580.	
Zusammensetzung der Feuersteine	581.	
Bildung aus Infusorien	582.	
Aggregation	583.	
Kreide am schweizerischen Jura. Néocomien	584.	
Kreide in Nordfrankreich	585—590.	327
Eigenthümlichkeit derselben	585.	
Néocomien. Argiles tégulines	586.	
Grünsand. Gault	587.	
Oberer Grünsand	588.	
Kreidetuff. Chloritische Kreide. Craie tuffeau. Weiße Kreide	588.	
Maestrichter Kreide	589.	
Kreide in Südfrankreich	590—598.	328
Unteres Néocomien	590.	
Oberes Néocomien. Caprotinenkalk	591.	
Grünsand. Hippuritenkalk	592.	
Nummulitenkalk	593.	
Reihenfolge in Frankreich. Néocomien	594.	
Aptisches Gebilde (Terrain aptien)	595.	
Albisches Terrain (Terrain albien. Gault)	596.	
Turonisches Gebilde (Terrain turonien)	597.	
Senonisches » (» sénonien)	598.	
Kreide in Deutschland	599—604.	330
Nördliches Deutschland. Hilsthon und Conglomerat	599.	
Quaderformation. Gault. Flammenmergel	600.	
Kreidemergel. Feuersteinkreide	602.	
In Sachsen. Quadersandstein	603.	
Plänerkalk	604.	
Kreide in den Alpen	605—609.	332
Néocomien	605.	3
Grünsand	606.	3
Seewerkalk	607.	3
Nummulitenkalk	608.	3
Fucoidensandstein	609.	3
Petrefactenverzeichniß für den Néocomien und Caprotinenkalk	610.	3
Petrefactenverzeichniß für das aptische Terrain	611.	3

	§.	Seite.
Petrefactenverzeichniß für das albiſche Terrain Gault und Grünſand	612	333
Petrefactenverzeichniß für chloritiſche (Tüffeau) Kreide, Turoniſches Terrain	613.	334
Petrefactenverzeichniß für weiße Kreide. Senoniſches Terrain	614.	334
Polypen. Hallirhoa	615.	334
Foraminiferen, Polythalamien, Rhizopoden	616.	335
Stichoſtegier. Dentalina	617.	335
Enalloſtegier. Textularia	618.	336
Helicoſtegier. Bulimina	619.	336
Rotalina	620.	336
Cristellaria	621.	336
Lituola	622.	336
Flabellina	623.	333
Nummuliten	624.	337
Echinodermen. Galerites	625.	338
Holaster (Spatangus)	626.	338
Rudiſten oder Hippuriten	627.	339
Hippurites	628.	339
Sphaerulites (Radiolites)	629.	340
Brachyopoden. Crania	630.	341
Trigonia	631.	341
Cardium	631.	342
Auſtern. Exogyra	632.	342
Inoceramus	633.	343
Spondylus (Plagiostoma)	634.	343
Pectunculus	635.	343
Nucula	636.	344
Mytilus	637.	344
Opis	638.	344
Acteonella	639.	345
Avellana	640.	345
Rostellaria	641.	345
Pterocera, Turbo, Natica, Pleurotomaria	642.	346
Cephalopoden	643.	346
Crioceras	644.	347
Ammonites	645.	347
Toxoceras	646.	348
Scaphites	647.	348
Ancyloceras	648.	348
Hamites	649.	348
Ptychoceras	650.	349
Baculites	651.	349
Turrilites	652.	349
Belemnites (Belemnitella)	653.	349
Fiſche. Ptychodus	654.	350
Otodus. Corax	655.	351
Ctenoiden. Cycloiden	656.	351
Beryx	657.	351
Scomberoiden. Palaeorhynchum	658.	351
Reptilien. Mosasaurus	659.	352
Iguanodon	660.	353
Einiges über die ſecundären Gebilde im Allgemeinen	661—674.	353—360
Uebergänge	661.	353
Mechaniſche Wirkungen in der Trias	662.	354
Chemiſche Wirkungen	663.	354

	§.
Urſprung des Salzes	664.
Jurabildung	665.
Meeresbildungen im Jura	666.
Korallenriffe im Jura	667.
Jetzige Verhältniſſe der Korallen	668.
Aeltere Korallenriffe	669.
Zuſammenſetzung derſelben	670.
Folgerungen	671.
Lagerung und Ausdehnung	672.
Infuſorien und Rhizopoden in der Kreide	673.
Mächtigkeit ihrer Anhäufung	674.
III. Die tertiären Bildungen	675—833. 3(
9. Die Tertiärgebilde, Formation tertiaire, Groupe supracrétacé, Molaſſengebirge, Tertiary rocks	675—735. 3(
Allgemeines	675.
Tertiärgebilde in Frankreich	676—702. 3(
Pariſer Becken. Eintheilung. Eiſenkalk	676.
Plaſtiſcher Thon (Argile plastique)	677.
Grobkalk (Calcaire grossier)	678.
Sandſtein von Beauchamps, Kieſelkalk von St. Ouen	679.
Gypshaltige Mergel, Mühlſteine von Brie	680.
Sandſtein von Fontainebleau	681.
Mühlſteine von Montmorency, Kalkſtein von Beauce	682.
Petrefactenverzeichniß für den plaſtiſchen Thon	683.
» » » Grobkalk	684.
» » » Gyps und die Gypsmergel	685.
» » » Sandſtein von Fontainebleau	686.
» » » Mühlſtein in Montmorency	687.
	687.
Faluns der Touraine	688.
Petrefactenverzeichniß	689.
Becken von Bordeaux. Grobkalk	690.
Süßwaſſerſandſtein (Molasse d'eau douce)	691.
Kalkſtein (Calcaire de l'Agénais)	692.
Faluns von Bordeaux	693.
Petrefactenverzeichniß für den Grobkalk	694.
» » die Faluns	695.
Knochenlager von Sanſans	696.
Becken der Provence. Braunkohlen	697.
Süßwaſſerkalk von Aix	698.
Calcaire moëllon	699.
Muſchelſchichten bei Perpignan	700.
Becken der Auvergne	701.
Neuere Bildungen daſelbſt	702.
Tertiärgebilde in England	703—710. 37
Londoner Becken. Ausdehnung	703.
Londonthon	704.
Bagſhot-Sand	705.
Süßwaſſergebilde	706.
Petrefactenverzeichniß	707.
Crag. Corallen-Crag. Coralline-Crag	708.
Red-Crag. Rother Crag	709.
Norwich-Crag	710.
Tertiärgebilde in der Schweiz	711—716. 37

	§	Seite.
Molasse. Muschelsandstein	711.	374
Nagelflue oder Gompholith	712.	374
Molasse im Jura	713.	375
Stellung der Molasse im System	714.	375
Parallelisirung	715.	376
Petrefactenverzeichniß	716.	376
Tertiärgebilde in Deutschland	717—731.	376—383
Sternberger Kuchen	717.	377
Mittelrheinisches Tertiärbecken. Zusammensetzung	718.	377
Feinkörniger Sand	719.	379
Plastischer Thon	720.	379
Kalk und Mergel	721.	379
Oberer Knochensand Löß	722.	380
Petrefactenverzeichniß	723.	380
Dinotherium	724.	381
Georgensgmünd	725.	381
Wetterau	726.	381
Wiener Becken. Kieselsand. Tegel	727.	381
Leitha-Kalk	728.	382
Becken von Oeningen	729.	382
Fauna und Flora desselben	730.	383
Im nordwestlichen Deutschland	731.	383
Tertiärgebilde in Italien	732—734.	383—384
Monte Bolca	732.	383
Superga	733.	384
Subapenninenformation	734.	384
Südamericanisches Becken	735.	384
10. Knochenhöhlen und Knochenbreccien; ältere Anschwemmungen (Diluvialperiode)	736—780.	385—412
Vorkommen der Knochenhöhlen	736.	385
Erhaltung der Knochen	737.	386
Bewohner der Höhlen. Coprolithen	738.	386
Widersprüche. Wohnorte der Fleischfresser	739.	387
Lebensart der Höhlenbewohner	739.	387
Configuration der Höhlen	740.	388
Einführung durch Wasserströme	741.	388
Höhlen in verschiedenen Ländern	742.	389
Aeltere Alluvionen	743.	390
Am Himalaya	744.	390
Petrefactenverzeichniß	745.	390
In Brasilien	746.	390
In Neuholland	747.	391
Petrefactenverzeichniß	748.	392
In Neuseeland	749.	392
Flora der Tertiärperiode. Bernstein	750.	392
Infusorien	751.	393
Milioliten. Biloculina	752.	393
Triloculina	753.	394
Echinodermen. Scutellen. Laganum	754.	394
Gasteropoden. Cerithium	755.	395
Analogie derselben	756.	395
Insecten von Aix	757.	395
Fische. Notidanus	760.	396
Carcharodon	761.	396
Lamna	762.	396
Myliobates	763.	397
Fische von Monte Bolca. Aulostoma. Semiophorus	764.	397

	§.	Seite.
Reptilien. Andrias	765.	399
Säugethiere. Dinotherium	766.	400
Sivatherium	767.	401
Palaeotherium	768.	402
Anoplotherium	769.	403
Lophiodon	770.	404
Rhinoceros	771.	404
Elephas	772.	405
Mastodon	773.	405
Glyptodon	774.	406
Megatherium	775.	407
Mylodon	776.	408
Katzen (Felis)	777.	408
Hyaena	778.	410
Bär. Ursus	779.	410
Affe. Pithecus	780.	412
Einiges über Tertiärgebilde im Allgemeinen	781—795.	412—436
Eintheilung. Eocen, Miocen, Pliocen	781.	412
Einwürfe	782.	413
Localitäten. Eocene Periode	783.	414
» Miocene »	784.	414
» Pliocene »	785.	414
Vertheilung der Säugethiere. Im Grobkalk	786.	415
In der miocenen Periode	787.	415
In der Diluvialperiode	788.	415
Folgerungen daraus	789.	416
Geographische Verbreitung	790.	416
Abtheilung der Continente	791.	417
Uebereinstimmung in den Typen mit denen der jetzigen Schöpfung in der alten Welt	792.	417
In America und Australien	793.	418
Ausnahmen	794.	418
Drei Continente mit eigenthümlichen Faunen	795.	416
11. Erratische Erscheinungen. Findlings-Blöcke	796—833.	419—436
Im Allgemeinen	796.	419
In der Schweiz. Gerölle	797.	419
Blöcke	798.	420
Wälle	799.	421
Verschiedenes Alter derselben	800.	421
Rundhöcker (Roches moutonnées)	801.	422
Obere Höhengränze derselben	802.	422
Herkunft der bewegenden Kraft	803.	423
Gesammtbild der Erscheinungen	804.	423
Verhalten in der ebenen Schweiz	805.	424
Thalverbreitung. Rhone-Thal	806.	424
Aar-, Reuß-, Linth-, Rhein-Thal	807.	425
Verbreitungsgebiete. Gränzen	808.	425
Am Jura. Verticale Vertheilung	809.	425
Lagerung auf dem Jura	810.	426
Mineralogische Beschaffenheit	811.	426
Unterlagen	812.	427
Schlifflächen	813.	427
In Großbritannien	814.	427
Muschelablagerungen in Schottland	815.	428
In den Pyrenäen	816.	428
In den Vogesen	817.	428
Im Schwarzwalde	818.	428

	§.	Seite.
Der Löß	819.	429
In Südamerica	820.	429
Im Norden. Rundhöcker	821.	430
Schliffflächen. Geröllager	822.	430
Blockwälle. Oesar	823.	431
Hypotheſen zur Erklärung	824.	431
Schlammſtröme	825.	432
Gletſchertheorie	826.	433
Moränen der jetzigen Gletſcher	827.	433
Wirkung auf den Boden	828.	434
Folgerungen über die Vertheilung	829.	434
Gegengründe	830.	434
Anwendung auf andere Gegenden	831.	435
Eigenthümlichkeiten im Norden	832.	435
Erklärung derſelben	833.	436.

Einleitung.

Umschreibung des Gegenstandes.

1. Gebiet der Geologie.

§. 1. Die Geographie oder Erdkunde im weitesten Sinne des Wortes ist eine der umfassendsten Wissenschaften, deren Feld so ausgedehnt ist, daß es dem Einzelnen unmöglich sein würde, sie zu beherrschen. Sie ist der Inbegriff aller unserer Kenntnisse über den Erdball, über seine Verhältnisse zu den übrigen Gestirnen, seine Form, Zusammensetzung, Structur, so wie über die organischen Körper, welche ihn bewohnen und von ihm abhängen.

Aus diesen wenigen Worten schon kann man leicht ermessen, daß es nothwendig war, die Geographie in verschiedene Zweige zu theilen, deren jeder wieder eine Wissenschaft geworden ist, welche die ganze Zeit und den ganzen Geist ihres Bearbeiters in Anspruch nimmt. Man hat auf diese Weise die astronomische Geographie unterschieden, welche den Erdball in seinen Verhältnissen als Weltkörper, in seinen Beziehungen zu den übrigen Planeten, die mit ihm um die Sonne kreisen, und zu den Fixsternen betrachtet. Man hat ferner die physikalische Geographie abgezweigt, in der man schon mehr den Erdkörper für sich, als abgeschlossenes Ganze, ansieht und in Beziehung zu den einzelnen physikalischen Erscheinungen, deren Schauplatz er ist, untersucht. Ein wesentlicher Theil dieser physikalischen Geographie, den man unter einem besonderen Namen bezeichnen kann, ist das Studium der gasförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die Atmosphärologie oder Meteorologie, welche von allen Erscheinungen handelt, die in diesem Theile unseres Erdkörpers sich begeben und die von so großem Einflusse besonders auf das Gedeihen des organischen Lebens sind. Als dritter Zweig endlich bietet sich die gewöhnliche oder politische Geographie dar, welche den Erdball in seinen Beziehungen zu den organischen Körpern, namentlich zu dem Menschen studirt, und von welcher man auch die Thier- und Pflanzengeographie unterscheidet,

je nachdem man die Vertheilung eines jeden einzelnen dieser Kreise auf der Erde und ihre verschiedene Gruppirung ins Auge faßt.

§. 2. Dieses letztere Studium läßt schon auf den ersten Blick erkennen, daß die Vertheilung der Pflanzen und Thiere, so wie des Menschen nicht überall eine gleichmäßige sei, auch abgesehen von den Verschiedenheiten, welche die Zonen des Erdballs mit ihren climatologischen Verhältnissen hervorrufen. In Gegenden, welche dieselbe Temperatur, dieselben äußeren Verhältnisse, mit einem Worte dasselbe Clima haben und die demnach auf eine gleiche organische Bevölkerung angewiesen scheinen, trifft man oft die grellsten Gegensätze und muß sich überzeugen, daß auch noch andere Ursachen, als nur die climatologischen Verhältnisse, zur Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit beitragen; daß in denselben Zonen Localitäten vorhanden sein können, welche die üppigste Entwickelung organischen Lebens zeigen, während zur Seite unfruchtbare Wüste sich ausbreitet.

Bei näherer Untersuchung dieser und anderer ähnlicher Erscheinungen sieht man leicht, daß es eine ganze Reihe von Phänomenen giebt, welche mit der Structur des Erdballs und seiner inneren Zusammensetzung in dem engsten Zusammenhange stehen. Diese innere Structur des Erdballs und namentlich die Rinde des Erdballs hat, wie zu erwarten, den größten Einfluß auf die Natur und die Ertragsfähigkeit des Bodens, so wie auf die äußere Form desselben. Die Geographie beschäftigt sich zwar auch mit dem Studium der Configuration des Bodens, sie weist den Lauf der Flüsse, den Zug der Berge, die Richtung der Thäler und Ebenen nach: allein sie nimmt alle diese Unebenheiten des Bodens als ein Gegebenes, Vorhandenes an; sie sucht nicht die Gesetze ihrer Existenz zu erforschen; für die Geographie an sich könnten die Gebirge und die Erhabenheiten und Vertiefungen der Erdrinde ebenso gut nur zufällig geworden sein, während in der That große und meist höchst einfache Gesetze diesen verschiedenen Bodengestaltungen zu Grunde liegen.

§. 3. Gegenstand der Geologie ist es, die Structur der festen Theile unserer Erdrinde zu ermitteln, die Erscheinungen, welche aus dieser Structur hervorgehen, nachzuweisen und die Gesetze aufzufinden, in Folge deren diese beobachtete Structur der Erdrinde geworden ist.

Die Geologie beschäftigt sich nur mit den festen Theilen der Erdrinde; das Meer, die Gewässer und die Atmosphäre bleiben von ihr ausgeschlossen, wenngleich sie nicht umhin kann, sich öfters mit einzelnen, durch dieselben bedingten Erscheinungen zu beschäftigen. Das Studium der festen Massen unterscheidet sich wesentlich von demjenigen der flüssigen; dort herrscht die größte Mannichfaltigkeit; hier die größte Gleichförmigkeit. Das Meer ist überall dasselbe in seiner Zusammensetzung; leichte Differenzen ausgenommen, die kaum in Betracht kommen können, ist das Meerwasser der Pole dasselbe,

wie das des Aequators. Dasselbe gilt von der Luft. Ihre Zusammensetzung ist überall die gleiche, und nur zufällige Verhältnisse, wie namentlich ihre Mischung mit einer größeren oder geringeren Menge von Wasserdampf, bedingen theilweise locale unbedeutende Veränderungen, die keinen festen Bestand haben.

Eine zweite durchgreifende Verschiedenheit wird durch die Beweglichkeit der Theilchen im Meere und in der Luft bedingt. Ein Meteor, ein Sturm, die furchtbarsten Erscheinungen in Luft und Wasser lassen keine Spur ihrer Anwesenheit zurück; sobald sie vorübergegangen, so kehrt Alles in die alte Ordnung zurück, und kein Zeichen bleibt, welches später Kunde geben könnte von dem was vorgegangen.

Anders verhält es sich mit den festen Theilen der Erdrinde. Diese bil- §. 4.
den ein Register, in welchem die durch das Meer und die Gewässer hervorgerufenen Erscheinungen mit tiefen Zügen eingezeichnet werden. Ebben und Fluthen, Ueberschwemmungen und Austrocknungen lassen ihre Spuren zurück und schreiben so gleichsam auf den einzelnen Blättern des Registers ihre Thaten auf. Es entsteht auf diese Art eine eigene Sprache, eine Hieroglyphenschrift, deren Deutung oft schwierig, aber nie unmöglich ist, und welche uns Aufschluß giebt über die Geschichte der Erde und über die einzelnen Phasen, welche sie hintereinander durchlaufen hat. Die Schliffe der Felsen, die Abnutzungen der Oberflächen, die Gesteine, welche weit von ihrer Lagerstätte weggerissen wurden, der Sand, der in tieferen Gegenden sich absetzte, alle diese durch ephemere Ursachen bedingten Wirkungen wurden so zu redenden Zeugen der Catastrophen, welche von verschwundenen Kräften erzeugt, aber deren Spuren durch die festen Theile der Erdrinde bewahrt wurden.

Die Geologie wird auf diese Weise eine der wesentlichsten Hülfswissen- §. 5.
schaften der Astronomie. Diese letztere Wissenschaft kann freilich die äußeren Verhältnisse der Gestirne, ihrer Formen und Bahnen kennen lernen, allein die inneren Veränderungen, welche diese Himmelskörper und namentlich die unserer Erde verwandten Planeten erlitten, zu ermessen, dazu fehlen ihr alle Hülfsmittel. Und doch ist es wahrscheinlich, daß gewaltige Umwälzungen das Himmelssystem im Ganzen, so wie die einzelnen Gestirne im Besonderen betroffen haben, und daß erst nach mannichfachen Veränderungen unser Sonnensystem so wurde, wie es sich jetzt unserem Auge darstellt. Die successiven Veränderungen, welche wir auf der Erde erblicken und deren jede ihre Spuren zurückgelassen hat, können gleichsam als Maaßstab der Veränderungen dienen, welche die Planeten erlitten haben müssen. Denn diese Spuren sind nicht nur in den harten Theilen der Erdrinde uns aufbewahrt; sie sind auch in derselben Ordnung erhalten, folgen sich in derselben Reihenfolge, wie die Erscheinungen selbst, welche sie hervorriefen, und bilden so nicht nur ein materielles, sondern auch ein geschichtliches Register

der verschiedenen Veränderungen, welche die Erdrinde erlitten hat. Noch größeren Werth würde freilich dies Register besitzen, wenn es zugleich eine chronologische Zeitbestimmung gäbe und somit Schlüsse auf das Alter der Erde und die Dauer ihrer einzelnen Entwickelungsphasen erlaubte. Allein wenn wir gleich die Reihenfolge der einzelnen Cataclysmen, welche die vorstechendsten Zeitmomente in der Erdgeschichte bilden, bestimmen können, so fehlen uns doch bis jetzt alle Anhaltspunkte zu einer genaueren Berechnung der Zeiträume, welche zwischen diesen einzelnen Catastrophen verflossen sind, und vor der Hand können wir nur so viel sagen, daß sie ungemein lang gewesen sein müssen.

§. 6. Nicht nur in den mineralischen Bestandtheilen der festen Erdrinde kann man diese Aufeinanderfolge nachweisen, sondern auch und sogar in weit höherem Grade noch in den Resten der organischen Wesen, welche einst die Erde bewohnten. Die Reste der Thiere, welche auf der Erde lebten, der Pflanzen, die in den verschiedenen Zeiträumen wuchsen, sind zum großen Theil in steinige Massen verwandelt und in den Schichten der Erdrinde in einer festbestimmten Reihenfolge auf einander geschichtet, welche der Folge der Zeiträume entspricht, innerhalb welcher sie sich auf der Erdoberfläche entwickelten. Man hat sich vielmals darüber gestritten, ob diese fossilen Thiere und Pflanzen nicht in das Reich der Mineralogie gehören, da in der That bei den meisten die organischen Theile verschwunden und oft durch mineralische Bestandtheile ersetzt wurden, so daß nur die organische Form, nicht die organische Substanz erhalten wurde. Für uns und unseren speciellen Zweck kann diese Unterscheidung ziemlich gleichgültig sein; es kann uns hier genügen, zu wissen, daß in diesen, oft ungeheuer mächtigen Schichten von Thier- und Pflanzenresten eine ähnliche Reihenfolge herrscht, wie in den mineralischen Schichten. Die organischen Wesen der ältesten Zeiten zeigen die seltsam abweichendsten Formen, welche offenbar darauf hindeuten, daß sie zu andern Zwecken geschaffen waren und zu Zeiten existirten, während welcher die Existenz des Menschen unmöglich war; allmählich nähern sich im Laufe der Entwickelung diese Formen mehr dem menschlichen Typus und den mit dem Menschen zugleich die Erde bewohnenden Wesen. Die Schichten der Erdrinde bilden so ein zweites Register, nicht minder wichtig als das erste, in welchem Schritt für Schritt die Geschichte der organischen Natur auf der Erde eingetragen wurde und dessen Studium der Paläontologie oder Versteinerungskunde anvertraut ist.

Die Mittel, welche uns auf diese Weise geboten wurden zur Vervollständigung der Geschichte unseres Planeten, sind nicht gering; man glaube nicht, daß die organischen Reste nur hie und da zerstreut sich fänden; sie bilden ganze Schichten, ja oft Berge von mehren hundert Metern Höhe, die einzig und allein aus den Ueberresten untergegangener Thiere aufgethürmt

sind. Die Veränderungen, welche diese Schöpfungen, die sich folgten, im Laufe der Zeiten erlitten, sind in diesen Resten ausgeprägt, und durch die Anwesenheit bestimmter Fossilen kann man auf fast untrügliche Weise die Aufeinanderfolge der verschiedenen Epochen unserer Erdgeschichte bestimmen. Man hat die Petrefacten mit vielem Rechte den Münzen verglichen, welche die Völker der Erde als redende Zeugen ihrer Geschichte zurückgelassen haben, und wenn sie so einerseits Licht auf die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde werfen, so darf andererseits nicht vergessen werden, daß hieraus wieder die wichtigsten Schlüsse auf die Temperatur der Erde in verschiedenen Zeiten, das Verhältniß der Climate, der Atmosphäre u. s. w. gezogen werden können.

Die Paläontologie bildet einen der wesentlichsten Zweige der Geologie, und die auf ihr beruhenden Schlüsse erscheinen um so gewichtiger, als im Allgemeinen die organischen Schöpfungen, welche sich in verschiedenen Geschichtsepochen der Erde folgten, einen weit constanteren Charakter darbieten, als die mineralischen Ablagerungen derselben Epochen. Wir werden später sehen, daß die Gesteine, welche einem und demselben Zeitabschnitte angehören, im buntesten Wechsel, als Sandsteine, Mergel, Kalksteine u. s. w. auftreten können, ohne daß aus anderen Gründen die Gleichzeitigkeit ihrer Ablagerung bestritten werden könnte. Die fossilen Thiere und Pflanzen dagegen bieten stets eine gewisse Gleichförmigkeit der Vertheilung dar, und wenn auch in den Faunen und Floren derselben Epochen zuweilen Verschiedenheiten zwischen einzelnen Localitäten auftreten, so sind dieselben doch nie so durchgreifend, als bei den mineralischen Ablagerungen, und die Thatsachen, welche eine genaue paläontologische Bestimmung der Versteinerungen liefert, dienen oft in ihren Resultaten weit sicherer zur Bestimmung des relativen Alters einer Erdschicht, als die durch die gewöhnlichen Hülfsmittel der Geologie gewonnenen Resultate. §. 7.

Allein wir dürfen bei dieser Gelegenheit nicht vergessen, wie innig die Paläontologie mit der Zoologie und der Botanik verschwistert ist und wie sie nur aus der Kenntniß der jetzt lebenden Formen auf diejenigen, welche früher lebten, zurückschließen kann. Die Paläontologie, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ist mehr eine auf geologische Verhältnisse angewandte Naturgeschichte, und es ist dem Vergessen dieses Principes zuzuschreiben, daß so viele Paläontologen auftraten, welche keine weiteren Kenntnisse über die jetzt lebenden Thieren und Pflanzen besaßen und nur auf den oft unvollständigen fossilen Rechten fußend manche Verwirrung und viel falsche Resultate in die Wissenschaft brachten.

Die Paläontologen unserer Tage streben indeß mehr und mehr, diese früher begangenen Fehler auszumerzen, und als schönstes Ziel der geläuterten Geologie steht dann die Aufgabe da, eine vergleichende Geographie der Erde

zu den verschiedenen Epochen ihrer Geschichte zu liefern; in jeder Periode nachzuweisen, welche Ausdehnung das Meer, welche Erstreckung die Continente und Inseln, die Binnenseen und Ströme hatten; welche Geschöpfe diese Länder und Gewässer bewohnten, welches etwa die climatologischen Verhältnisse zu dieser Zeit sein mußten — mit einem Worte, die Geschichte der Erde von Anfang an bis zu unseren Zeiten zu schreiben und zu jedem Blatte der Erdgeschichte auch die entsprechende Karte zu liefern. So anziehend diese Aufgabe erscheinen mag, so schwer ist in der That ihre Lösung.

2. Beziehungen der Geologie.

8. Die Beziehungen der Geologie zu andern Wissenschaften sind sehr mannichfach und oft so innig, daß es in vielen Fällen schwer zu bestimmen sein möchte, wo die eine aufhört und wo die andere anfängt. In einem solchen Verhältnisse steht die Geologie zur Astronomie. Die Erde ist nur ein Stern unter Sternen, ein Planet unter Planeten; viele ihrer Verhältnisse können nur durch astronomische Hülfsmittel erforscht, durch Berechnungen, ähnlich denen, deren sich die Astronomen bedienen, genauer festgestellt werden. Die Dimensionen des Erdballs, seine allgemeine Form, die Gesetze der Bildung derselben können nur auf diesem Wege ermittelt werden, und unsere Schlüsse über die Natur des inneren Erdkerns und sein Verhältniß zu der äußeren, uns bekannten Kruste erhalten erst dann eine sichere Grundlage, wenn sie mit den sonstigen astronomischen Wahrheiten in Einklang gebracht werden. Die Beziehungen der Geologie zur Astronomie und die Entwicklung der Wahrheiten, welche die erstere von der letzteren entlehnt, sind bis jetzt oft nur zu sehr von den Geologen vernachlässigt worden.

Nicht minder wichtig sind die Beziehungen der Geologie zur eigentlichen Physik des Erdballs, zu derjenigen Wissenschaft, welche die allgemeinen physikalischen Verhältnisse des festen Gerüstes der Erde behandelt. Von ihr müssen wir entlehnen die Notizen über die Temperatur des Inneren der Erde, die zu den mannichfachsten geologischen Erscheinungen in der nächsten Beziehung steht und deren Erforschung in der neuesten Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht hat, daß sie fast eine Wissenschaft für sich geworden ist.

Mineralogie und Chemie, die beide schon an und für sich unzertrennlich sind, stehen in ebenso naher Beziehung zu der Geologie, die Mineralogie beschäftigt sich mit der äußeren Form, den Kennzeichen und Eigenschaften der Gesteine, die Chemie mit ihrer inneren Zusammensetzung — die Resultate beider muß die Geologie kennen; denn sie beschäftigt sich ja gerade mit der Zusammensetzung der festen Erdrinde, welche einzig aus Mineralien aufgebaut ist, und viele geologische Erscheinungen können nur dann erklärt werden, wenn die Art der Steine, in welchen sich dies Phänomen zeigt, und deren Zusammensetzung auf das Genaueste gekannt ist.

So innig indessen auch die Beziehungen aller dieser Wissenschaften zu §. 9
er Geologie sein mögen und so schwer es halten mag, in dem gegebenen
falle die Grenzen der einen und der anderen zu bestimmen, so unterscheidet
ch doch die Geologie wesentlich von allen durch die Art und Weise, wie sie
etrieben werden muß. Der Astronom belauscht die Sterne auf ihrem
)urchgange mittelst seines Fernrohres, ohne sein Observatorium zu verlassen;
er Chemiker analysirt in seinem Laboratorium die Mineralien, welche man
)m mittheilt und die der Mineralog in seinem Cabinete, ohne sich vom
)latze zu bewegen, bestimmt hat. Dem Geologen ist es nicht so leicht ge-
eben. Man kann ihm die Gegenstände, welche er zu studiren hat, nicht
t das Haus tragen, er muß zu ihnen hingehen, an Ort und Stelle ihre
agerung, ihre Aufeinanderfolge, das Verhältniß der einzelnen Schichten zu
inander studieren, der Geologe ist vor allen andern reisender Naturfor-
cher; die Betreibung seiner Wissenschaft ohne Reisen ist eine reine Unmög-
ichkeit. Er bedarf der Reisen noch mehr als der Geograph, der die Erde
ach ihrer äußeren Configuration studirt und der mit Hülfe guter Karten,
enauer statistischer Nachweisungen, welche von Andern herrühren, die Erd-
berfläche etwa in der Art studiren kann, wie die Astronomen den Mond.
)er Geologe kann sich mit solchen Hülfsmitteln nicht begnügen; er muß
elbst sehen und untersuchen, und dies ist so wahr, daß man dreist behaupten
ann, daß wohl viele Geographen leben, die nur in der Studierstube gebil-
et wurden, aber kein einziger Geolog.

Diese Nothwendigkeit der Reisen und der Beobachtungen mußte um so
nehr hier hervorgehoben werden, als man sich meistens gar sonderbare und
alsche Begriffe von der Geologie macht. Unter einem Geologen versteht
nan gar oft noch einen Mann, der sich mit leeren Speculationen über den
Ursprung der Welt und der Erde ins Besondere abgiebt, ohne der Beob-
achtung ihr Recht einzuräumen. Die Geologie, wie sie heute dasteht, ist
eine reine Erfahrungswissenschaft; sie erlaubt sich freilich auch
Schlüsse über die verschiedenen Zustände, die sie zu erforschen sucht; allein
sie geht nur so weit, als die genaueste Beobachtung es ihr gestattet, und nur
an der Hand der Erfahrung betritt sie den auf Thatsachen gestützten Weg,
)er sie zur Erkenntniß führen soll.

3. Zweige der Geologie.

Die Geologie an sich, als Wissenschaft betrachtet, kann noch in mehre §. 1(
ntergeordnete Zweige zerlegt werden, die erst zusammen ein abgerundetes
Ganze bilden. Die Stratigraphie ist einer dieser Zweige; sie ist die
igentliche Anatomie der Erdrinde, deren äußeres Portrait von der Geogra-
)hie im engeren Sinne des Wortes gegeben wird. Man hat dies Wort

ſo wie ihrer Zuſammenſetzung nach kennen lernt, ſondern Conglomerate aus verſchiedenen Arten ſolcher Mineralien, die zuſammen ein Ganzes bilden. So iſt der Granit, eine allgemein bekannte Felsart, eine Gemenge mehrer einfacher Mineralien, die aber zuſammen ein wohl charakteriſirtes Ganzes bilden. Dies eine Beiſpiel möge genügen, um zu zeigen, daß das mineralogiſche Studium allein nicht ausreicht, wenn es ſich um geologiſche Unterſuchung der Erdrinde und ihrer einzelnen Theile handelt, ſondern daß dann noch das Studium und die Kenntniß der Felsarten und Geſteine zu Hülfe gezogen werden muß. Dieſer Theil der Geologie, den man die Oryktognoſie zu nennen pflegt, ſchließt ſich demnach in ähnlicher Weiſe an die Mineralogie an, wie die Stratigraphie, und dieſe beiden Wiſſenſchaften zuſammengenommen bilden ſo recht eigentlich das thatſächliche Fundament, die durch Beobachtung darſtellbare Grundlage der Geologie.

4. Man hat beide zuſammen, Oryktognoſie und Stratigraphie, unter dem gemeinſchaftlichen Namen der Geognoſie begriffen. Dieſe iſt demnach eine rein empiriſche Wiſſenſchaft; frei von allen Vorwürfen, die man öfter der Geologie im Allgemeinen gemacht hat. Die Geognoſie ſucht nur Thatſachen auf, deren Interpretation ihr ſehr ferne liegt, und oft findet man in Steinbrüchen, Bergwerken und ähnlichen Unternehmungen durchaus tüchtige, praktiſch gebildete Geognoſten, denen die Speculationen der Gelehrten durchaus unbekannt ſind. Die Geognoſie bekümmert ſich nur um das Gegebene und Vorhandene; ſie weiſt an dieſem oder jenem Orte die Exiſtenz von Schichten in gewiſſer Lagerung nach, beſtimmt die Beſtandtheile ihrer Zuſammenſetzung, kümmert ſich aber weiter weder um den Grund dieſer Lagerung, noch um die Urſache der gefundenen Zuſammenſetzung.

5. Allein der menſchliche Geiſt kann ſich mit einem ſolchen Haufen von Thatſachen nicht begnügen; ſie müſſen geordnet, geſichtet, in gehörigen Zuſammenhang gebracht, und die natürlich daraus hervorgehenden Schlüſſe müſſen gezogen werden. Dies iſt die Aufgabe der Geogenie, des ſpeculativen Theiles der Geologie. Dieſe letztere Wiſſenſchaft ſucht auf die näheren und entfernteren Gründe der Erſcheinungen einzugehen, ſie entwickelt die Urſachen, welche den einzelnen Thatſachen unterliegen, und erhebt ſich ſo Schritt für Schritt bis zu dem Urzuſtande der Erde, zu Speculationen über ihre urſprüngliche Geſtalt, über die Geſetze, welche ihrer Bildung zum Grunde liegen, und die Urſachen, von welchen die ſucceſſiven Veränderungen des Erdballs abhängen. Solche Speculationen dürfen nicht außer Acht gelaſſen werden, wenn man gleich nur vorſichtig von ihnen Gebrauch machen und nur ſo weit ſie treiben darf, als der thatſächliche Grund und Boden, von welchem man ausgeht, es erlaubt. Sie verhalten ſich etwa zu der Geognoſie, wie die Lehre von den Funktionen des menſchlichen Körpers,

die Phyſiologie, ſich zu ihrer factiſchen Grundlage, nämlich der Ana-
, verhält. Die Geognoſie liefert die Anatomie des Erdkörpers; die
enie benutzt dieſe Thatſachen zum Aufbauen ihres theoretiſchen Gebäu-
und beide Wiſſenſchaften bilden ſo zwei parallele Reihen analoger
tniſſe, die auf denſelben Quellen beruhen.

Erſtes Kapitel.

Einige phyſikaliſche Verhältniſſe der Erde.

4. Geſtalt der Erde.

5. Die Erde iſt keine vollkommen runde Kugel, ſondern ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid, deſſen durch die Pole genommener Durchmeſſer etwas kleiner iſt als derjenige durch den Aequator. Dieſe Abplattung iſt indeß ſo gering, daß man in gewöhnlichen Verhältniſſen ſie durchaus außer Acht laſſen und die Erde als eine regelmäßige Kugel annehmen kann. Vom Monde aus geſehen würde ſich die Erde als vollkommene Kugel darſtellen, ganz ſo wie uns die meiſten Himmelskörper täglich erſcheinen, trotz der auch bei ihnen vorkommenden Abplattung. Nur bei den großen Planeten, deren Durchmeſſer bedeutend genug iſt, laſſen ſich durch mikrometriſche Meſſungen die Abplattungen conſtatiren. Der Grund der bedeutenderen Aufwulſtung des Erdkörpers in der Gegend des Aequators läßt ſich leicht einſehen. Die Erde dreht ſich um eine Axe, deren Endpunkte durch die beiden Pole dargeſtellt werden. Die Centrifugalkraft der einzelnen Theile, welche durch dieſe Rotation entwickelt wird, iſt um ſo bedeutender, je weiter man ſich von der Axe entfernt oder, mit andern Worten, je näher man der Linie kommt. Da dieſe Centrifugalkraft aber der Gravitation nach dem Mittelpunkte der Erde hin entgegenwirkt, ſo werden ſich die beweglichen Theile der Erde namentlich, d. h. die flüſſigen, in bedeuterem Maaße um den Aequator anſammeln, und ſo lange die ganze Maſſe der Erde noch flüſſig, halbflüſſig oder weich war, mußten auch ihre jetzt conſolidirten Beſtandtheile dieſer Wirkung der Rotation folgen und ſo die Geſtalt des Sphäroids erzeugen. Indeß iſt die Abplattung ſo gering, daß ſie, ſelbſt bei bedeutend großen künſtlichen Globen, nicht in Betracht gezogen werden kann, denn ſie beträgt nur etwa $^1/_{305}$, d. h. an einem Erdglobus von 305 Millimetern Durchmeſſer (etwa ein Fuß) würde die Abplattung 1 Millimeter betragen, mithin eine kaum meßbare Größe darſtellen.

7. Man hat auf verſchiedene Art die Größe der Abplattung zu beſtimmen geſucht und iſt auf Reſultate gekommen, die um Einiges von einander ab-

; das wahrſcheinlichſte Mittel bleibt indeß das angeführte, nämlich Durchmeſſer der Erde am Aequator ſich zu demjenigen an den Po- 305 zu 304 verhält. Man hat nach dieſer Vorausſetzung die ein- Dimenſionen der Erde berechnet, und d'Aubuiſſon namentlich hat erechnungen ſo ausgeführt, daß ſeine Reſultate noch jetzt tadellos da- Es wird dabei von den kleinen Unebenheiten der Erdrinde, die wie ihe Schale unſern Planeten umgiebt, abgeſehen und nur auf die iſche Geſtalt Rückſicht genommen. Zudem ſind dieſe Unebenheiten, nd Thäler, im Verhältniß zu dem Ganzen ſo unbedeutend, daß ſie außer Acht gelaſſen werden können.

der Annahme einer Abplattung von $\frac{1}{305}$ beträgt:

dius der Erde am Aequator	6376851	Meter.
dius der Erde an den Polen	6355943	»
ied oder obſolute Größe der ttung	20908	»
röße des Erdradius . . .	6366397	»
dradius bei 45 Grad Breite	6366407	»
dradius zu Paris	6364551	»
dius einer Kugel, welche ein ſo großes Volumen als die hätte, würde betragen . .	6369874	»
adius eines Kreiſes, deſſen e derjenigen eines Meridianes käme	6366100	»
erfläche der Erde	5098857	Quadrat-Myriameter.
olumen der Erde	1082634006	Cubik-Myriameter.

n hat bekanntlich den Aequator ſo gut als die Meridiane in Grade lt, deren 360 auf den Kreis gehen. Die Breitengrade würden Größe haben, wäre nicht die Abplattung, welche Urſache iſt, daß ſie n Polen zu etwas kleiner werden; im Durchſchnitt nimmt man ihre

u	111 111	Meter an.
ſte Breitengrad würde aber ein Länge von	111 115	Meter haben.
igengrade nehmen beſtändig gegen die Pole ib; der Längengrad bei 45 Graden beträgt	78828	Meter.

: Vervollſtändigung der nothwendigen Kenntniſſe, ohne welche ein §. 18
idniß der meiſten Reiſen und Diſtanzenangaben nicht möglich wäre, noch eine Angabe der gewöhnlich angewandten Wegmaße.

r Meter, welcher die Baſis der neueren in Frankreich üblichen Maße iſt bekanntlich der zehnmillionſte Theil des Viertels eines Meridian-

kreiſes oder, mit andern Worten, der Meridianbogen hat 40 Millionen Meter Länge. Ein Kilometer hat 1000 Meter; ein Myriameter 10,000 Meter.

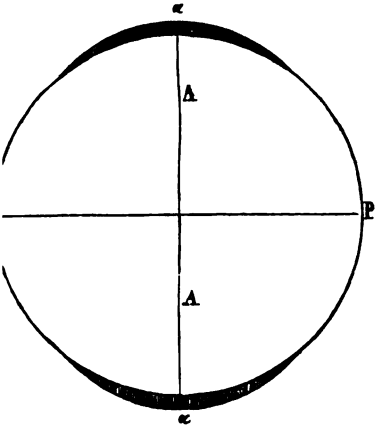
Die gewöhnliche franzöſiſche Stunde 25 auf einen Grad (Lieue de France)	4444,4	Meter.
Die Seeſtunde (Lieue marine) 20 auf den Grad	5555,5	»
Die geographiſche oder deutſche Meile, 15 auf den Grad	7407,0	»
Die Seemeile, 60 auf den Grad	1851,85	»
Die engliſche Meile	1609,31	»
Die ruſſiſche Werſt	1070,0	»
Das Stadium der Alten etwa	100,0	»

Mehre dieſer Wegmaße werden allmählich ganz aus dem Gebrauche des Volkes ſchwinden. Die franzöſiſche Stunde iſt nur wenig noch im gemeinen Leben üblich; und die Stunde eines jeden Landes hat, ebenſo wie der Fuß, ihre eigenthümliche Länge, wodurch die größten Verwirrungen entſtehen; die deutſche Meile braucht man nur noch im Norden Deutſchlands und in vielen geographiſchen Werken, während man im Süden nach ſehr verſchieden langen Stunden die Diſtanzen berechnet; hinſichtlich der ruſſiſchen Werſt wird man im Allgemeinen, wenn es ſich nicht um ganz genaue Rechnungen handelt, keinen Fehler begehen, wenn man ſie dem Kilometer gleichſetzt. Die Seemeile hingegen und die Seeſtunde werden deshalb nie außer Gebrauch kommen, weil beide für die Seefahrer von großer Bequemlichkeit ſind. Die Seekarten ſind nämlich meiſt in der Art eingerichtet, daß der Aequator nebſt den Breitengraden als gerade Linien, die Meridiane als ſenkrechte Parallelen darauf projicirt ſind. Die Grade ſind in Minuten (oder Seemeilen) und Seeſtunden abgetheilt, und dieſe Projektionen ſind deshalb ſo bequem für die Schifffahrer, weil ihre Fahrt, wenn ſie mit derſelben Windrichtung und mit demſelben Striche ſegeln, durch eine einfache, mehr oder minder diagonale gerade Linie auf der Karte bezeichnet werden kann. Die engliſche Meile iſt das unbequemſte Wegmaß von allen. Sie hat keine beſtimmte Beziehung zu einem Grade; ſo daß es immer weitläufiger Rechnungen bedarf, um die darin gegebenen Entfernungen zu reduciren; und da außerdem die Engländer ſich ſowohl der engliſchen Meilen als auch der Seemeilen in ihren Angaben bedienen und beides Meilen nennen, ſo fällt es oft ſchwer, wenn nur einfach das Wort Meilen ſteht, zu wiſſen, welche Art von Meilen gemeint ſei. Im Allgemeinen kann man ſich an die Regel halten, daß in engliſchen Werken die Angaben der Diſtanzen zu Land in engliſchen Meilen, diejenigen der Diſtanzen zur See in Seemeilen gegeben ſind.

§. 1

ɜ wurde oben darauf aufmerkſam gemacht, daß die Länge der Breiten-
ängengrade nicht überall dieſelbe ſein könnte, da die Erde keine regel-
e Kugel darſtellt. Zu manchen Berechnungen indeß iſt es äußerſt vor-
ſt, die Erde als Kugel anzuſehen, um welche ein in der Mitte dickerer
l gelegt iſt, welcher im Durchſchnitte als ein Meniskus erſcheint. Die
dieſes Meniskus (*a* Fig. 2.) iſt am bedeutendſten im Aequator ſelbſt
nimmt allmählich nach den Polen hin ab. Bei den Gradmeſſungen
nmer auf dieſe Dicke des Meniskus Rückſicht genommen werden, und
in der That ſogar aus aſtronomiſchen Gründen wahrſcheinlich, daß
drinde in der Gegend des Meniskus dicker iſt als an andern Orten.

Fig. 2.



PP die beiden Pole an den Endpunkten der Erdaxe. *AA* der Aequator, *aa* Meniskus, auf die Erdſcheibe aufgeſetzt.

§. 2(

Die einfachſte Art, die Länge eines Grades zu meſſen, iſt die geometriſche oder unmittelbare Gradmeſſung. Das Himmelsgewölbe iſt bekanntlich, eben ſo wie die Erde, für die Aſtronomen in Grade abgetheilt, die denen der Erde entſprechen. Man braucht deshalb nur die Entfernung zu meſſen, welche man auf
ɛde zurücklegen muß, um die vertikale Linie des Zenithes an dem Him-
m einen Grad vorgerückt zu ſehen, und man hat unmittelbar die Länge
ɜrades.

ɜ ſind Gradmeſſungen in verſchiedenen Weltgegenden ausgeführt wor-
allein, auch abgeſehen von den Krümmungsverhältniſſen unſerer ellip-
ɜen Erde, geben dieſe in Lappland, Rußland, Frankreich, Peru und
ɔien angeſtellten Operationen kein ganz übereinſtimmendes Reſultat.
hat geglaubt, es liege dies an der größeren oder geringeren Genauig-
ɛr angewandten Methoden; es iſt aber wahrſcheinlicher, daß ſelbſt die
ɛtelbar verſchiedene Dicke der Erdrinde einen Einfluß auf dieſe abwei-
n Ergebniſſe haben mag. Die Anziehung, welche die Maſſe der Erde
ɜs Pendel ausübt, kann an gewiſſen Orten eben durch eine verſchiedene
der Erdrinde ſehr modificirt und dadurch locale Abweichungen her-
ɔracht werden, die einen weit bedeutenderen Einfluß auf die Reſultate
Reſſung ausüben müſſen, als alle übrigen Verhältniſſe zuſammenge-

nommen. Es würde zu weit führen, hier in ſpecielle Erörterungen dieſes Gegenſtandes eingehen zu wollen; er mußte aber berührt werden, um zu zeigen, wie auch hier, in einer ſcheinbar rein mathematiſchen und aſtronomiſchen Frage, die Geologie betheiligt ſein kann, indem es an dieſer Wiſſenſchaft iſt, zu entſcheiden, ob die Erdrinde wirklich am Aequator dicker ſei als an den Polen, und ob dieſe Verſchiedenheit der ſenkrecht anziehenden Maſſen, des flüſſigen Kerns und der feſten Rinde, einen Einfluß auf das Pendel haben können.

5. Die innere Erdwärme.

. 21. Die Temperatur des Innern der Erde iſt ein Thema, welches ſeit einem Jahrhunderte etwa viele und tüchtige Beobachter beſchäftigte, und obgleich man ziemlich allgemein daſſelbe jetzt erſchöpft zu haben glaubt, ſo werden doch die nachfolgenden Thatſachen zeigen, daß die Vervielfältigung der darüber angeſtellten Verſuche ſehr zu wünſchen wäre, indem noch gar manche Punkte von großer Wichtigkeit aus Mangel an hinreichenden Beobachtungen unerklärt bleiben müſſen.

Man war ſeit längerer Zeit ſchon darauf aufmerkſam geworden, daß im Inneren der Bergwerke und der Minen eine bedeutend höhere Temperatur herrſche als an der Oberfläche des Bodens. Die erſten Verſuche, welche zum Zwecke hatten, dieſe Erhöhung der Temperatur im Inneren der Erde nachzuweiſen, wurden vielleicht von Jean Salle in den Bergwerken von Giromagny in den Vogeſen gemacht, und ſpäter wiederholten, um nur die beſſeren Bearbeiter dieſer Frage zu nennen, von Humboldt, d'Aubuiſſon dieſe Verſuche in Freiberg, Bouſſingault in Columbia, Cordier in verſchiedenen Bergwerken Frankreichs, engliſche Beobachter in Cornwall, Schottland u. ſ. w. Die früheren Verſuche waren ſehr mangelhaft, denn die Beobachtungen, ſo leicht ſie auch erſcheinen mögen, ſind dennoch mit vielen Schwierigkeiten verknüpft, und gar manche Verhältniſſe, welche ſtörend auf die Reſultate einwirken können, waren theils früher nicht gekannt, theils ſteht es oft nicht einmal in der Macht der Beobachter dieſelben zu beſeitigen. Die älteren Beobachtungen können deshalb auch nur beſtätigen, daß im Allgemeinen die Temperatur der Erde nach innen zunehme und ſomit die Thatſache außer Zweifel ſtellen; im Uebrigen ſtimmen ſie ſo wenig unter ſich überein, daß das Maß dieſer Zunahme nach innen nicht aus ihnen hergeleitet werden kann.

. 22. Man hat verſchiedene Methoden verſucht, um das geſtellte Problem zu löſen. Die unvollkommenſte war ohne Zweifel diejenige, die Temperatur der Luft in den Minen zu beſtimmen und dieſelbe mit der an der Oberfläche herrſchenden Temperatur zu vergleichen. Man begreift leicht, daß die Luftzüge,

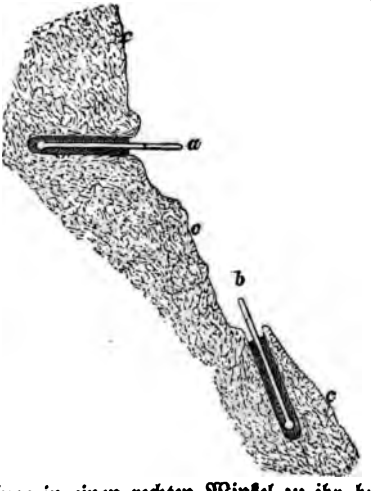
welche in den Bergwerken herrschen, die Gegenwart der Beobachter selbst in den oft kleinen, eingeschlossenen Räumen, oder der Arbeiter in den größeren Stollen, die Beweglichkeit des luftigen Elements überhaupt und die Schnelligkeit des Austausches seiner verschiedenen Temperaturen eine solche Bestimmung höchst unzuverlässig machen müssen, zumal wenn der Beobachter nur im flüchtigen Durchstreifen der Gänge die Temperatur nimmt und nicht an besonders aufgestellten Thermometern häufig wiederholte Beobachtungen anstellt.

Eine bessere Methode glaubte man durch die Bestimmung der Temperatur der Grubengewässer gefunden zu haben. Wenn freilich die Quellen und §. 2
springenden Wasser, welche sich so oft in den Bergwerken finden, in horizontaler Richtung flössen, so könnte diese Bestimmungsmethode genaue Resultate liefern, denn die Wasser würden dann die Temperatur des Gesteins annehmen, durch welches sie fließen, und dann müßte am Orte ihres Ausflusses ihre Temperatur diejenige des umgebenden Gesteines geben. Meistens aber kommen diese Gewässer von oben herab oder von unten herauf, bringen mithin eine kältere oder wärmere Temperatur mit sich, und aus diesem Grunde sind die aus solchen Bestimmungen hervorgegangenen Resultate meist sehr falsch und verwerflich. Die Messung der stehenden Wasser in den Gruben ist ebenfalls unzuverlässig; sind dieselben tief, so bietet ihre Temperatur, der von unten aufsteigenden Ströme wärmeren Wassers wegen, eine Mittelzahl zwischen der normalen Temperatur an ihrer Oberfläche und derjenigen ihres Bodens; sind sie nur sehr seicht, so wirken Verdunstung und äußere Lufttemperatur verderblich auf das Resultat ein, und zudem kann man nie sicher sein, ob nicht Zuflüsse von oben oder unten her solche stagnirende Grubenwasser unterhalten und ihre Temperatur ändern.

Die einzig sicheren Resultate können mithin nur durch die Messung der §. 2
Temperatur des Gesteines selbst geliefert werden. Auch hier indeß dürfen manche Vorsichtsmaßregeln nicht versäumt werden. Es versteht sich von selbst, daß nur in dem festen Gesteine die Löcher gebohrt werden dürfen, in welchen man die Thermometer befestigen will, daß nicht unmittelbar nach der Bohrung der Löcher oder gar nach dem Sprengen derselben beobachtet werden darf, da die Bearbeitung des rohen Gesteines Wärme entwickelt; es müssen ferner die Thermometer an bestimmten Standorten fest aufgestellt werden, und zwar so viel möglich an Orten, welche wenig besucht und den Arbeitern unzugänglich sind, so daß nur wenig Luftzug dieselben treffen kann. Man hat sie zu diesem Endzwecke öfter in verschlossenen Nischen hinter Glas aufgestellt. Die Bohrlöcher, in welchen die Thermometer aufgestellt werden, müssen so tief als möglich in das Gestein eingetrieben werden, und zwar in einer solchen Richtung, daß die Thermometerkugel so weit als möglich von der Oberfläche des Gesteines entfernt ist, denn da das Gestein

Wärme leitet, ſo wird ſeine Oberfläche bis zu einer gewiſſen Tiefe ſtets
den Oscillationen der umgebenden Luft in einem gewiſſen Verhältniß ſte
und das Reſultat wird in dieſem Falle kein gleichförmiges ſein. So wü
in der beigefügten Figur das Thermometer *a* ſehr gut aufgeſtellt ſein,
ſeine Kugel von der Oberfläche *c* des Geſteines ſehr weit entfernt iſt, w
rend eine Stellung, wie die des Thermometers *b*, durchaus verworfen
den müßte, der großen Nähe der Oberfläche wegen.

Fig. 3.



Die Löcher, in welchen die T
mometer aufgeſtellt werden, mü
ferner ſo trocken als möglich ſein,
die Gegenwart von Waſſer die
deutendſten Störungen herbeifüh
könnte; und dann, wenn alle die
nannten Vorſichtsmaßregeln erf
ſind, können erſt die Thermom
aufgeſtellt werden, und zwar in
Art, daß nur der Ort der Skala,
die Queckſilberſäule etwa ſtehen
ben wird, aus dem Loche hervorſch
welches man ganz mit Sand fi
um den Zutritt der Luft und die
durch bedingten Schwankungen
zuhalten. Die Skala ſelbſt muß
geſtellt ſein, daß der Beobachter
Auge in einen rechten Winkel zu ihr bringen kann, da bekanntlich bei ſ
fem Ableſen Beobachtungsfehler unvermeidlich ſind.

§. 25. Man hatte auch an dieſer Methode allerlei auszuſetzen, indem man
mentlich glaubte, die Zerſetzung der Schwefelmetalle und anderer leicht
ſetzbarer Mineralien und Erze möge eine Wärmequelle ſein, deren Wich
keit man ſogar ſo hoch anſchlug, daß man aus ihr einzig die erhöhte T
peratur des Geſteines und der Gruben ableiten zu können glaubte. C
dier's Verſuche in mehren Bergwerken Frankreichs, wo nament
Schwefelkieſe ausgebeutet werden, haben die Grundloſigkeit dieſer Annah
nachgewieſen, und was die Erhitzung des Geſteines durch Grubenlich
Arbeiten u. ſ. w. betrifft, ſo hat man in den Gruben von Cornwa
Verſuche angeſtellt, die auch hier nachweiſen, daß man dieſe Wärmeque
weit übertrieben hat. Die Grubengewäſſer einiger Minen in Cornwal
welche aus verſchiedenen Tiefen herſtammen und in einem großen Be
ſich ſammeln, zeigen eine Temperatur von 10 Graden über derjenigen
Quellen jener Gegend. Da man aber die wärmende Kraft eines Grub
lichtes und einer Bergwerkslampe eigens zu dem Zwecke dieſer Berechn

beſtimmte, ſo ließ ſich leicht finden, daß alle Grubenlichter ſämmtlicher Arbeiter nicht hinreichen würden, die Menge der ſo geſammelten Grubenwaſſer nur um ein Zehntel Grad zu erhitzen, und es iſt ſomit der Beweis geliefert, daß die Gegenwart der Arbeiter und der Grubenlichter in den Bergwerken durchaus nicht als eine Wärmequelle für das Geſtein angeſehen werden kann.

Die genaueſten und folgerichtigſten Unterſuchungen, welche wir über die §. 2
Zunahme der Temperatur im Innern der Bergwerke beſitzen, ſind von Profeſſor Reich in Freiberg angeſtellt worden mit Hülfe der königlich ſächſiſchen Bergwerksoffiziere. Es wurde dabei auf folgende Art verfahren. Die Thermometer, deren man ſich bediente, hatten ſehr große Kugeln, welche, der Bequemlichkeit wegen, eine cylindriſche Form hatten und ſehr lange enge Röhren, ſo daß mithin der Ausſchlag an der Skala ſehr bedeutend war. Dieſe letztere war in Zehntelgrade eingetheilt, und jedes Zehntel Grad war noch ſo groß, daß man mit ziemlicher Sicherheit ein Funfzigſtel, ja ſelbſt ein Hunderttheil von einem Grade abſchätzen konnte. Die Länge der Skala war demnach ſehr groß. Die Thermometer wurden, ihrer Zerbrechlichkeit halber, nicht unmittelbar in die Löcher eingelaſſen, ſondern zuvor in meſſingene Röhren geſteckt, dann eingeſetzt und nun die Bohrlöcher ſowohl als die Röhre ſo feſt als möglich mit feinem Sande erfüllt. Vor und nach jeder Beobachtung wurde der Nullpunkt des Thermometers verificirt, da bekanntlich dieſer bei guten Thermometern nach einiger Zeit wechſelt. Man hatte ſich außerdem überzeugt, daß der zunehmende Luftdruck in der Tiefe der Gruben keinen Einfluß auf die Thermometer hatte. Die Orte, wo man ſie aufſtellte, wurden ſo gewählt, daß ſie den Arbeitern unzugänglich waren und außerdem ſo viel als möglich in derſelben vertikalen Linie lagen. Das oberſte Thermometer wurde 1 — 3 Meter unter der Oberfläche des Bodens eingeſenkt, und zwar in feſtes Geſtein, nie aber in Gerölle oder Schutt. War dies nicht möglich, ſo wurde der oberſte Endpunkt oder die mittlere Bodentemperatur an der Oberfläche aus der aufſteigenden Reihe der Beobachtungen berechnet. Jedes Thermometer wurde wenigſtens mehre Male in einem Monate beobachtet, und da die Zahl der angewandten Inſtrumente ſehr bedeutend war, ſo wurden in dem Zeitraume von 1829 bis 1831, während 18 Monaten, 12936 Beobachtungen angeſtellt. Eine ſolche Vervielfältigung der Beobachtungen iſt nöthig, um die mannichfaltigen kleinen Fehlerquellen aufzuheben, welche trotz aller Vorſicht vorhanden ſind. Die aus dieſen zahlreichen Beobachtungen gezogenen Mittel verdienen aber dann auch alles Vertrauen, und es iſt nur zu wünſchen, daß dem Beiſpiel des ſächſiſchen Bergwerkscorps gefolgt und an anderen Orten eben ſo vollſtändige Beobachtungen angeſtellt werden mögen.

Um einen Ausgangspunkt für die Berechnung zu haben, wurde auch die mittlere Temperatur der Luft in Annaberg, wo die Beobachtungen angeſtellt

wurden, beſtimmt. Hierbei ſtellte ſich nun das intereſſante Ergebniß heraus, daß dieſe mittlere Lufttemperatur nicht, wie dies in vielen Ländern der Fall iſt, derjenigen des Bodens gleichkam, ſondern daß zwiſchen beiden ein Unterſchied von 1° C. etwa beſtand. Es iſt bekannt, daß die mittlere Bodentemperatur eben ſo gut wie die mittlere Lufttemperatur in einem beſtimmten Maße abnimmt, zu je größerer abſoluter Höhe man ſich erhebt; allein die Reich'ſchen Verſuche haben nachgewieſen, daß in dem Erzgebirge wenigſtens dieſe Abnahme nicht gleichmäßig für beide Temperaturen iſt, und daß während man ſich um 193,m4 erheben muß, um die Bodentemperatur um einen Grad des Celſius'ſchen Thermometers abnehmen zu ſehen, die mittlere Temperatur der Luft ſchon bei 174,m2 um einen Grad abnimmt. Der Boden bleibt demnach wärmer als die Luft, und je höher man ſich erhebt, deſto größer iſt der Unterſchied. Es hält ſchwer, dieſe Erſcheinung zu erklären; ob es der längeren Schneebedeckung der höheren Gegenden zugeſchrieben werden darf, iſt zweifelhaft. Der Schnee iſt freilich ein ſehr ſchlechter Wärmeleiter und verhindert ſomit den Froſt in den Boden einzudringen.

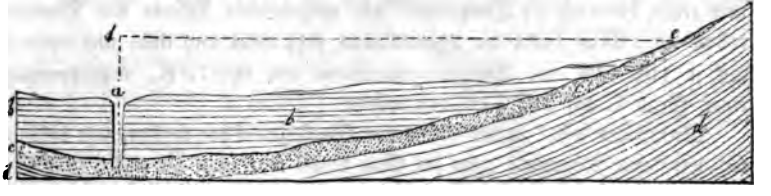
27. Wie dem auch ſei, die Zuſammenſtellung der Reich'ſchen Verſuche ergiebt, daß im ſächſiſchen Erzgebirge im Inneren der Minen die Temperatur des Geſteines in beſtimmtem Verhältniſſe zu der Tiefe zunimmt und zwar für 41m84 um einen Grad.

28. Es wird noch von weiteren Unterſuchungen abhängen, zu beſtimmen, ob dies Reſultat als ein allgemeines, für die ganze Erde geltendes Geſetz angeſehen werden kann. Verſuche, in anderen Weltgegenden angeſtellt, ſcheinen anzudeuten, daß dem nicht ſo ſei, und daß vielleicht die Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme, welche nicht überall die gleiche ſcheint, bedeutendere Unterſchiede bedingt. So fand man, um nur zwei Extreme anzuführen, daß in den uraliſchen Bergwerken die Wärme ſchon auf je 23 — 26 Meter um einen Grad zunahm, während andrerſeits in Schottland erſt auf je 63 Meter Tiefe ein Grad Wärme mehr gefunden wurde. Indeß iſt hier, wie bei allen übrigen in Bergwerken gefundenen Reſultaten, die ſich um die Reich'ſche Mittelzahl innerhalb der ſo eben angegebenen Grenzen gruppiren, zu bemerken, daß keine Bezahlungen mit ſo viel Sorgfalt angeſtellt wurden und daß eine direkte Vergleichung deshalb unmöglich iſt.

29. Ein zweites Mittel, die Temperatur des Inneren der Erde zu meſſen, wird uns durch die arteſiſchen Brunnen gegeben, welche in neueſter Zeit bekanntlich bis in bedeutende Tiefen getrieben wurden. Ein arteſiſcher Brunnen beruht im Ganzen auf ſehr einfachen Verhältniſſen. Man legt dieſe Bohrlöcher in ſolchen Gegenden an, wo poröſe Geſteine das Waſſer der Oberfläche nach innen einſickern laſſen und Mangel an laufenden Quellen vorhanden iſt. Man treibt das Bohrloch durch dieſe poröſen Schichten hindurch, bis man auf die ſogenannten waſſerführenden Schichten trifft,

meiſt ſandige Felsarten oder völlige Sandlager, welche durch undurchdringliche Thon- und Mergelſchichten oben wie unten eingeſchloſſen ſind. Da aber ſolche Schichten meiſt, wie wir ſpäter ſehen werden, ziemlich regelmäßige Becken bilden, ſo ſammelt ſich das Waſſer in den tieferen Punkten des Beckens an; nach oben und unten kann es der undurchdringlichen Schichten wegen nicht entweichen, vielleicht findet es zuweilen Ausflüſſe in das Meer. Wird nun ein ſenkrechtes Bohrloch *a* durch die oberen Geſteinſchichten bis in das waſſerführende Sandlager eingetrieben, ſo wird das Waſſer mit einem der Tiefe des Beckens entſprechenden Drucke in die Höhe ſteigen. In der beifolgenden Figur ſei *a* das Bohrloch, *b* die poröſen oberen Lager, *c* die waſſerführende Sandſchicht, *d* die unterliegenden Geſteinsſchichten, ſo wird der Krümmung des Beckens zufolge das Waſſer mit einem der Höhe *e*, wo das Sandlager zu Tage geht, entſprechenden Drucke in dem Bohrloche bis zu *f* in die Höhe ſteigen. Dies geſchieht in allen wohlberechneten arteſiſchen Brunnen; derjenige von Grenelle z. B. ſpringt ſo hoch, daß in das ganze Viertel der Stadt Paris, das auf dem linken Seineufer liegt, ſein Waſſer geleitet werden konnte.

Fig. 4.



§. 30 Im Allgemeinen ergeben die Temperaturbeſtimmungen in den Brunnen eine weit ſchnellere Zunahme als in den Bergwerken, nämlich im Durchſchnitte 1° C. für 30 Meter Tiefe.

Das Bohrloch von Grenelle iſt 540 Meter tief, und das daraus entfließende Waſſer hat 28° C. Wärme. Die Abkühlung, welche das Waſſer erleiden müßte, während es durch die Röhre aufſteigt, könnte a priori für ſehr bedeutend angeſehen werden, iſt es aber in der That nicht, und zwar deshalb, weil es in gewaltiger Menge und mit bedeutender Schnelligkeit hervorſtrömt. Wie unbedeutend dieſe Abkühlung ſei, ergiebt ſich ſchon daraus, daß in den Reſervoirs, ja ſogar in den laufenden Brunnen des linken Seineufers das Waſſer faſt noch dieſelbe Temperatur hat, trotz dem, daß es oft weite Strecken durch enge, nur ſehr oberflächlich gelegte Röhren zurückgelegt hat.

Man kann die Berechnung der am Bohrloche von Grenelle erhaltenen Reſultate auf zweierlei verſchiedene Arten vornehmen. Die mittlere Lufttemperatur iſt in Paris der mittleren Bodentemperatur gleich, beträgt mithin

+ 10,6 C. Geht man von dieſer Zahl aus, ſo erhält man eine Temperaturzunahme von 1° C. auf je 31,m9 Tiefe.

Indeſſen beſitzt man in Paris noch einen andern Ausgangspunkt, der wohl geringeren Schwankungen unterworfen ſein dürfte. In den 28 Meter tiefen Kellern des Obſervatoriums ſind feſte Thermometer aufgeſtellt, die eine conſtante Temperatur von 11,°7 C. zeigen, und deren jährliche Schwankungen, wie wir bald ſehen werden, gleich Null zu ſetzen ſind, da ſie wirklich außerhalb der Grenzen der Beobachtung fallen. Geht man nun von dieſer conſtanten Temperatur aus, ſo findet man ſtatt 31,m9 vielmehr 31,m4 je auf einen Grad des hunderttheiligen Thermometers, und es ſcheint dieſe größere Zunahme in der Tiefe darauf hinzudeuten, daß die obere Erdſchichte verhältnißmäßig mehr Wärme verliert, mithin beſſer leitet als die unteren.

§. 31. Der bekannte Phyſiker de la Rive in Genf hatte Gelegenheit, an einem arteſiſchen Brunnen von 223,m7 Tiefe in der Nähe dieſer Stadt Beobachtungen anzuſtellen. Dieſer Brunnen bot noch die Eigenthümlichkeit dar, daß er kein fließendes Waſſer enthielt, ſondern vielmehr mit einer zähen Schlammſchicht bis nahe an den Rand gefüllt war, innerhalb welcher ein Austauſch der Temperaturen unmöglich ſchien. Jede Parthie des Schlammes zeigte demnach die Temperatur der umgebenden Wände des Brunenrohres an. Man ſenkte die Thermometer ſtets tiefer und tiefer und fand ſo auf je 100 Fuß eine Temperaturzunahme von 0,°875 R., was demnach einen Grad C auf 29,m71 geben würde.

Weſtphalen beſitzt in der Nähe von Neuſalzwerk den tiefſten, jetzt bekannten arteſiſchen Brunnen, denn im Mai 1840 war man bis auf 622 Meter (540 Meter unter der Meeresfläche) und jetzt iſt man gar auf 644 Meter Tiefe angelangt. Der Brunnen giebt eine viel größere Waſſermenge als derjenige von Grenelle, dieſelbe iſt aber geſalzen. Die mittlere Lufttemperatur von Neuſalzwerk beträgt + 10° C. Bei 621,m6 Tiefe hatte das ſprudelnde Waſſer + 31,°25 C. Dies würde auf je 29 Meter einen Grad Wärmezunahme ergeben.

Wie ſchon oben angeführt wurde, ſo ergeben dieſe Beobachtungen eine weit ſchnellere Wärmezunahme als die Reich'ſchen, und es iſt noch nicht ganz aufgeklärt, ob dieſe Abweichung beſonderen, nur im Erzgebirge waltenden Anomalien, oder aber allgemeineren Verhältniſſen zuzuſchreiben iſt. Bei den Berechnungen hält man ſich meiſtens an die durch die arteſiſchen Brunnen gelieferten Reſultate und nimmt das mittlere Verhältniß der Zunahme von 1° C. auf je 30 Meter Tiefe an.

Indeß ſcheint auch dies Reſultat unter localen Umſtänden abzuweichen. Hier verdienen namentlich diejenigen Thatſachen Erwähnung, welche d'Abbadie, ein ſehr achtbarer Phyſiker, in Bahia bei etwa 8° ſüdlicher Breite, alſo nahe am Aequator, in einem Brunnen erhalten hat. Die

mittlere Bodentemperatur beträgt dort + 27,°25 C. und bei 61 M. Tiefe fand er nur 24° C. Es fand alſo hier, ſtatt einer graduellen Zunahme, eine Abnahme von 3 Graden ſtatt, und das Reſultat würde durchaus paradox erſcheinen, wenn man nicht in der anerkannten Genauigkeit des Beobachters eine Garantie für ſeine Richtigkeit hätte. Vielleicht daß Infiltration kalten aus der Tiefe des Meeres hervorkommenden Seewaſſers dieſe Anomalie erklären kann; denn, wie bekannt, nimmt die Temperatur des Seewaſſers in warmen Gegenden aus Gründen, welche mit der Natur des Waſſers zuſammenhängen, nach der Tiefe hin bis zu einem gewiſſen Punkte ab.

---

§. Es wurde oben von der Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme geſprochen, welche Urſache iſt, daß erſt in einer gewiſſen Tiefe unter der Oberfläche eine conſtante Temperatur herrſcht, während höher oben noch Oscillationen vorkommen, die eben mit dem häufigen Wechſel der Wärme der Atmoſphäre in Zuſammenhange ſtehen. In einer gewiſſen Tiefe aber nimmt der Boden eine conſtante, der mittleren Lufttemperatur entſprechende Temperatur an. Dies iſt ein allgemeines Geſetz für alle Länder, und es folgt daraus, daß an den Orten, wo die mittlere Temperatur unter dem Nullpunkte ſteht, der Boden in einer gewiſſen Tiefe auch beſtändig gefroren ſein muß, und erſt weiter unten, wo die innere Erdwärme mit dem von oben eindringendem Froſte in Conflikt kommt, wieder aufgethaut iſt. Dies iſt auch in der That in den Polarländern, namentlich im nördlichen Sibirien der Fall. Der Boden thaut im Sommer durch die kurze, aber bedeutende Hitze einige Fuß tief auf, ſo daß noch Vegetabilien, ja ſelbſt Sträuche und flachwurzelnde Bäume (Nadelhölzer) gedeihen können, in einer Tiefe von 3—4 Fuß aber bleibt er beſtändig gefroren. So iſt in Jakutzk, am Ufer der Lena, die mittlere Jahrestemperatur nicht höher als — 7,°55 C. und der Boden bis zu einer bedeutenden Tiefe beſtändig gefroren. Quellwaſſer fehlt durchaus. Ein reicher Kaufmann, Scherſchin, wollte einen Brunnen haben und ließ deshalb in den gefrorenen Boden arbeiten. Erman der Jüngere beſuchte Jakutzk auf ſeiner Reiſe durch die ruſſiſchen Polarländer und fand in 15 Meter Tiefe — 7° C., in 36 Meter — 5°, bei 123 Meter nur — 1 Grad C., ſo daß man ſicher ſein konnte, mit noch einigen Metern den ungefrorenen Boden zu erreichen und dann wahrſcheinlich auch Waſſer in dem Brunnen zu erhalten. Die Zunahme der Temperatur, die ſich aus den Erman'ſchen Zahlen erhalten läßt, iſt nicht ganz gleichmäßig und ſchwankt zwiſchen 8 Metern und 14,7 Metern je auf einen Grad; jedenfalls thun aber ſeine Reſultate dar, daß die Zunahme in dem gefrorenen Boden weit bedeutender iſt als in dem ungefrorenen, was ſich leicht aus der größeren Leitungsfähigkeit des gefrorenen Bodens erklären läßt. Es hat

dieſe gefrorene Bodenſchicht von etwa 120 Meter Dicke eine ganz beſondere Wichtigkeit auch für andere Zweige der Wiſſenſchaft; denn in ihr und nicht in reinem Polareiſe, wie man zuweilen annimmt, wurden die noch mit Fell und Fleiſch erhaltenen Rieſenthiere der Diluvialzeit gefunden, die zu ſo wichtigen Folgerungen für die Wiſſenſchaft Veranlaſſung gegeben haben.

Man darf indeß nicht glauben, daß deshalb, weil der Boden Sibiriens bis in eine gewiſſe Tiefe gefroren iſt, nun auch derſelbe aller Quellen gänzlich ermangeln müſſe. Es finden ſich in der That an den Ufern der Lena Quellen, welche das ganze Jahr hindurch ſprudeln. Daß eine Quelle eine 120 Meter dicke, gefrorene Schicht durchdringen könne, ohne ſelbſt zu gefrieren, zumal wenn ihr Waſſer kaum um einige Grade über Null erhaben iſt, ſcheint paradox; allein man braucht ſich nur die arteſiſchen Brunnen in das Gedächtniß zurückzurufen, um eine ſolche Erſcheinung ſogleich erklärt zu finden. Das Waſſer aus dem Brunnen von Grenelle durchſtrömt eine Bodenſchicht von 540 Metern, die in ihren höchſten Theilen um 17 Grade kälter iſt als das von unten ſprudelnde Wäſſer, und dennoch iſt die Erkältung deſſelben kaum merklich; bei dieſen Quellen Sibiriens muß daſſelbe Verhältniß gelten, und eine unter der gefrorenen Schicht entſtehende Quelle von einigen Grad Wärme wird eben ſo gut durch natürliche Kanäle den gefrorenen Boden ohne bedeutende Erkältung durchſtrömen. Die Schwierigkeit der Erklärung dieſer Quellen, mit denen man ſich viel abgequält hat in der Geologie, liegt demnach nicht in der Exiſtenz des gefrorenen Bodens, ſondern vielmehr in ihrem Vorhandenſein an ſich in einem ungeheuer ausgedehnten flachen aufgeſchwemmten Lande, welches eben keine Quellen in ſeiner Tiefe ernähren kann, da das Durchdringen des atmoſphäriſchen Waſſers von oben her unmöglich iſt. Dieſe Schwierigkeit könnte nur durch eine genaue Kenntniß der geologiſchen Verhältniſſe Sibiriens und beſonders des Zuſammenhanges der tieferen Gebirgsſchichten mit denjenigen der ſüdlichen Gebirgsketten dieſes Landes gehoben werden.

---

33. Bekanntlich nennt man Linien, welche durch alle Punkte auf der Erdoberfläche gezogen ſind, die eine gleiche mittlere Jahrestemperatur beſitzen, Iſothermen. Man kann nach den bis jetzt vorhandenen Thatſachen ebenſo leicht Iſothermen für die Zunahme der inneren Temperatur ziehen, und es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe Iſothermen für die innere Temperatur in den Bergen allmählich einen immer flachern Kreisabſchnitt annehmen würden und allmählich ſich mehr und mehr einer der Erdoberfläche im Allgemeinen parallelen Curve anſchließen würden, und daß man demnach ſchon im Voraus nach den vorhandenen Daten wird berechnen können, wie weit man z. B. einen arteſiſchen Brunnen eintreiben müſſe, um Waſſer von einer

zewiſſen Temperatur zu erhalten, oder welche Temperatur man in einem Stollen, einem Schachte haben wird, der in eine gewiſſe Tiefe geht; Berechnungen, welche in gegebenen Fällen ſehr nützlich werden können.

---

§. 34. Die Temperatur des Bodens hängt, wie oben bemerkt wurde, von mehren Umſtänden ab, deren vereinigte Wirkung erſt dieſe Temperatur als Reſultat hat, und es hält ziemlich ſchwer, den einzelnen Faktoren ihre beſtimmte Summe von Wirkung zuzuweiſen. Zuerſt kommt die ſpecifiſche Wärme der Geſteine in Betracht. Bekanntlich verſteht man unter dem Ausdruck »ſpecifiſche Wärme eines Körpers« die Wärmemenge, welche dieſer Körper nöthig hat, um einen Grad mehr erhitzt zu werden, und man beſtimmt meiſt dieſe Wärmemenge auf die Weiſe, daß man genau abgemeſſene Volumina oder Gewichte des zu beſtimmenden Körpers mit Waſſer von verſchiedener Temperatur mengt. Man hat ausgedehnte Unterſuchungen und Tabellen über dieſe ſpecifiſche Wärme der Körper, in welchen dieſelbe entweder nach dem Volumen oder dem Gewichte nach beſtimmt iſt. Die Differenzen ſind hier außerordentlich, und um nur ein Beiſpiel anzuführen, ſo wird wohl 1 Kilogramm Waſſer von 10° mit einem Kilogramm Waſſer von 20 Grad gemiſcht 2 Kilogr. von 15 Gr. Wärme hervorbringen, während 1 Kilogr. Steine oder Sand von 10 Gr. und 1 Kilogr. Waſſer von 20 ein Gemenge erzeugen werden, welches weit mehr als 15 Grad Wärme haben wird, weil es eben weit weniger Wärme bedarf, um die Steine oder den Sand zu erhitzen. Die Beſtimmungen der ſpecifiſchen Wärme ſind meiſt auf dieſe Weiſe dem Gewichte nach gemacht; es ſcheint indeß nicht, als ob die verſchiedenen mineraliſchen Beſtandtheile, wie man ſie in dem gewöhnlichen Boden trifft, bedeutende Verſchiedenheiten in dieſer Hinſicht zeigten.

§. 35. Ein zweiter Faktor iſt die äußere Leitungsfähigkeit des Bodens für die Wärme. Man verſteht darunter die mehr oder minder große Leichtigkeit, mit welcher die Wärme an der Oberfläche eines Körpers ausſtrahlt, und bekanntlich hat die Natur und Geſtalt der Oberfläche hierauf den größten Einfluß. Eine metalliſche Oberfläche läßt weit weniger Wärme ausſtrahlen als eine ſchwarze; eine polirte Fläche weit weniger als eine rauhe, und ein rußiger und dadurch rauher Keſſel wird weit ſchneller erkalten, als derſelbe Keſſel, wenn er ſpiegelblank polirt iſt. Die äußere Leitungsfähigkeit des Bodens der Erde wechſelt ohne Zweifel je nach ſeiner Bedeckung; eine Wieſe, die mit Gras überdeckt iſt und ein umgepflügtes Ackerfeld ſtrahlen nicht in gleicher Weiſe Wärme aus; indeß iſt dieſer Faktor nur gering, und im Allgemeinen, namentlich wenn es ſich nicht um Beſtimmungen ganz nahe an der Oberfläche handelt, von geringerem Einfluß.

§. 36. Anders verhält es ſich mit der inneren Leitungsfähigkeit, d. h. mit Leichtigkeit, womit ſich die Wärme innerhalb eines Körpers von einem Punkte zum andern fortpflanzt. Die Verſchiedenheiten, welche die Körper in dieſer Hinſicht zeigen, ſind ungemein groß und ſchon im Allgemeinen im gewöhnlichen Leben gekannt. Jedermann weiß, daß man ein kleines Stück Kohle, welches an dem einen Ende brennt, alſo Weißglühhitze zeigt, ohne Gefahr in die Hand nehmen kann, daß man ſich dagegen an einem Eiſenſtabe auf der Stelle verbrennen würde. Der Eiſenſtab iſt ein guter Leiter; er erhitzt ſich ſehr ſchnell in ſeiner ganzen Maſſe; die Kohle iſt ein ſehr ſchlechter Leiter, denn die Wärme ſetzt ſich ſehr ſchwer innerhalb eines ſolchen Körpers fort.

Es folgt hieraus der ganz einfache Satz, daß die Iſothermen für je einen Grad Wärmezunahme innerhalb der Erde um ſo näher aneinander liegen, je ſchwächer die Leitungsfähigkeit des Bodens iſt, während ſie ſich um ſo mehr von einander entfernen, ein je beſſerer Leiter der Boden iſt. Indeß iſt auch hier die Verſchiedenheit zwiſchen den einzelnen Geſteinsarten zu gering, als daß großen locale Unterſchiede beſtehen könnten. Für die einzelnen Körper iſt ſie ungeheuer. So hat Despretz folgende Werthe gefunden, wobei das Gold, der Körper, welcher am ſtärkſten leitet, als Einheit angenommen iſt. Fourier hat für einige ſchwach leitende Körper einigermaßen abweichende Werthe erhalten.

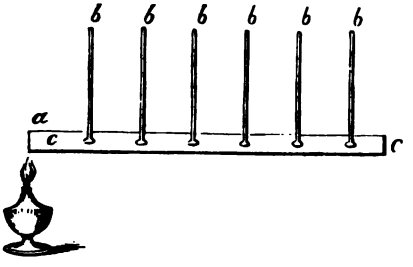
	Despretz	Fourier.
Gold	1000	
Platin	981	
Silber	973	
Kupfer	908	
Eiſen	374	416,5
Zink	363	
Zinn	303,9	
Blei	179,6	
Marmor	23,6	20,837
Porzellan	12,2	13,877
Gebrannte Ziegel	11,4	

Man ſieht ſchon aus dieſer Tabelle, daß die erdigen Mineralien außerordentlich in ihrer Leitungsfähigkeit hinter den Metallen zurückſtehen und daß die Unterſchiede zwiſchen ihnen verhältnißmäßig nicht ſehr groß ſind.

§. 37. Bekanntlich mißt man die Leitungsfähigkeit in der Weiſe, daß man in einen Stab des Körpers, der an dem einen Ende bis zu einem gewiſſen Grade erwärmt wird, von Diſtanz zu Diſtanz feine Thermometer einläßt, deren ſucceſſive und ſtets geringere Erhitzung das Maß der Leitungsfähigkeit

angiebt. Da indeß bei ſchlechten Leitern die Diſtanzen ungemein klein ſein müſſen, weil die Wärme kaum fortgepflanzt wird, ſo leidet darunter auch die Genauigkeit der Reſultate.

Fig. 5.



a Erhitzter Punkt.

bb Eingepflanzte Thermometer.

c Stab des zu meſſenden Körpers.

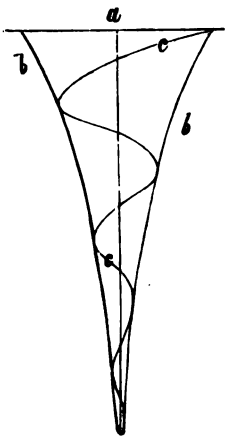
§. 38. Die Leitungsfähigkeit des Bodens kann natürlich nicht auf dieſe Weiſe gemeſſen werden. Man hat aber hier eine natürliche Wärmequelle, nämlich die Sonne, und aus dem Einfluſſe derſelben auf den Boden kann man ſeine Leitungsfähigkeit beſtimmen, die, um dies Reſultat gleich von vorn herein zu geben, in dem Garten des Pariſer Obſervatoriums 14,6977 beträgt, die des Goldes wie in der obigen Tabelle zu 1000 angenommen.

Wir können in der Einwirkung der Sonnenwärme auf die Erde zwei Perioden unterſcheiden, die tägliche und die jährliche, deren Effecte zwar nicht in der Zeit, wohl aber in ihrem Verhalten einander paralleliſirt werden können. Des Tages über wird die Luft an der Oberfläche bis zu einem beſtimmten Grade durch die Sonne erwärmt, und dieſe Wärme bringt bis zu einer gewiſſen Tiefe, die von der Leitungsfähigkeit ſo wie von der ſpecifiſchen Wärme des Bodens abhängt, in die Tiefe ein. In der Nacht wird es kälter; dieſe Kälte bringt ebenfalls ein, und man kann ſich ſo dieſe beiden verſchiedenen Perioden des Tages und der Nacht wie zwei entgegengeſetzte feindliche Potenzen darſtellen, die einander in das Innere der Erde verfolgen. Jeder Wärmewelle, die eindringt, folgt eine Kältewelle und mittelſt ſenſibler Thermometer, die in verſchiedenen Tiefen eingeſenkt ſind, läßt ſich das Maß dieſes Vorrückens nach innen zu beſtimmen.

Ein gleiches Verhältniß herrſcht in Hinſicht des Jahres. Der Sommer kann dem Tag, der Winter der Nacht verglichen werden, und jeder Sommer wird eine beſtimmte mittlere Wärme in das Innere abſchicken, welche im Winter von einer entſprechenden Kältewelle gefolgt wird.

§. 39. Sucht man nun, nach den durch die Beobachtung gewonnenen Thatſachen das Eindringen der verſchiedenen Wärmemengen in das Innere graphiſch darzuſtellen, indem man die Reſultate auf eine mittlere Temperatur bezieht, ſo findet man, daß dieſelben eine krumme Linie bilden, *b b*, welche ſich der Mittellinie *a* ſtets mehr und mehr nähert, dieſelbe aber nie erreicht.

Fig. 6.



Es iſt ganz natürlich, daß bei der ſtets abnehmenden Proportion der verſchiedenen Wärme- und Kältewellen nach dem Inneren zu die Unterſchiede zwiſchen den verſchiedenen Oscillationen immer kleiner werden und deshalb der Mitteltemperatur ſich immer mehr annähern. Da aber die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung innerhalb des Bodens für die Wärme wie für die Kälte dieſelbe iſt (denn Kälte iſt ja nur die Negation der Wärme), ſo folgt daraus, daß die Wärmewelle des Tages nie von derjenigen der Nacht, diejenige des Sommers nie von derjenigen des Winters erreicht wird, und ſomit aus der Verbindung der in verſchiedenen Entfernungen gelegenen Punkte eine andere krumme Linie *c* entſteht, die ſtets der Mittellinie ſich annähernd ſich ſpiralig um dieſelbe windet, mit immer kleineren Kreiſen, ohne ſie erreichen zu können.

0. Die Beobachtung hat gezeigt, daß die Wirkung der Sonne faſt nur auf die Oberfläche der Erde beſchränkt iſt, und daß unter einem Meter Tiefe die täglichen Schwankungen der Temperatur im Boden nicht mehr für unſere Inſtrumente fühlbar ſind. Weiter unten laſſen ſich nur noch die jährlichen Variationen erkennen, und bei 28 Meter, in den Kellern des Obſervatoriums von Paris, ſind auch dieſe nicht mehr meßbar, ſo daß dort das Thermometer als conſtant angenommen werden kann, wenngleich, wie ich ſchon anführte, der Theorie nach, dieſe Schwankungen nie total aufhören und ſich bis in's Centrum der Erde fortpflanzen müſſen.

1. Der Boden ſelbſt ſetzt aber der Fortleitung einen gewiſſen Widerſtand entgegen, und es folgt daraus, daß die Schwankungen nicht in demſelben Momente, wo ſie in der äußeren Luft ſich darſtellen, in der Tiefe fühlbar werden, ſondern erſt nach einer gewiſſen Zeit, die eben mit der Leitungsfähigkeit in Verhältniß ſtehen muß. Je tiefer man die Thermometer in den Boden einſenkt, deſto geringer werden die Ausſchläge der Schwankungen und deſto langſamer werden ſie fühlbar, ſo daß bei 8 Meter Tiefe gerade das umgekehrte Verhältniß ſtattfindet wie an der Oberfläche. Ein in acht Meter Tiefe in den Boden eingelaſſenes Thermometer zeigt das Maximum der Wärme im December, das Minimum im Juni an, und die Wärmewelle des Sommers braucht demnach volle ſechs Monate, um 8 Meter Erde zu durchdringen, während diejenige des Winters ebenſo viel braucht. Genauer beſtimmt, braucht die Wärme im Boden 38 Tage, um eine Schicht von 1 Meter Dicke zu durchdringen.

§. 42. Aus den im Vorherigen angeführten Thatſachen, welche wir über die allmälige Temperaturzunahme im Inneren der Erde kennen, laſſen ſich manche für die Geologie ſehr wichtige Schlüſſe über die im Innern der Erde ſelbſt vorhandenen Zuſtände ableiten. Es beruhen dieſe Vorſtellungen zwar nothwendig auf den Thatſachen, welche die Beobachtung uns kennen gelehrt hat; nichts deſto weniger aber gehen ſie in das Feld der Hypotheſe über, wenn auch nicht ſo weit, als man wohl glauben möchte, und die Arbeiten der neueren Mathematik haben gezeigt, daß das Feld der Hypotheſen in ſehr enge Gränzen eingeſchränkt werden könne, innerhalb deren unſere Vorſtellungen über dieſe Zuſtände ſich halten müſſen.

Die Meſſungen der Bergwerke und arteſiſchen Brunnen haben dargethan, daß eine zunehmende Temperatur nach dem Inneren in der Erdrinde ſich zeigt, und die Beobachtung hat unmittelbar etwa 30° C. in einer Tiefe von etwa 600 Meter nachgewieſen. Wir haben indeß Erſcheinungen, welche unwiderleglich nachweiſen, daß noch tiefer hinab dieſe Wärme noch mehr ſich erhöht. Wir beſitzen viele heiße Quellen von allen möglichen Temperaturgraden, ja einige in Toskana, welche den Siedepunkt und einige Grade darüber erreichen. Andere Erſcheinungen, welche ſich eng an dieſe heißen Quellen anſchließen, beweiſen, daß ſogar Temperaturen von 1000 bis 1500 Graden in bedeutenderen Tiefen ſich finden müſſen.

§. 43. Wir haben auf der Erde keine andere allgemeine Wärmequelle als die Sonne; alle anderen, welche man noch aufzählen könnte, ſind nur von höchſt localer Wirkung. Man hat behaupten wollen, die Temperatur des Innern der Erde ſei nicht ſo hoch, als man ſich vorſtelle, und ſei nur das Reſultat der eingedrungenen Sonnenhitze. So wenig glaublich dies auch nach den oben angeführten Beobachtungen über das Eindringen der Sonnenwärme in die Erde ſcheint, ſo wurde dieſe Anſicht doch von einigen Gelehrten vertheidigt. Eine einzige Betrachtung reicht indeß hin, um zu beweiſen, daß dieſe Behauptung durchaus grundlos und unhaltbar iſt.

Die Sonnenwärme wirkt bekanntlich, des beſonderen Verhältniſſes der Erdbahn und der Stellung der Erdaxe zur Sonne wegen, höchſt ungleich auf die Erdoberfläche. Der Aequator iſt weit wärmer als die Pole, und während dort die mittlere Temperatur etwa $+27^{0},5$ C. beträgt, ſo ſteht ſie hier auf -17 bis 19^{0} C. Es muß demnach, dieſen Verhältniſſen zufolge, ein leicher Wärmeſtrom von dem Aequator hin gegen die kälteren Pole gehen, und dieſer Strom, ſo unmerklich er auch wegen der ſehr allmäligen Uebergänge und der Kugelgeſtalt der Erde iſt, läßt ſich auch wirklich in der Atmoſphäre nachweiſen. In der Gegend des 45ſten Breitengrades wird er indeß ſchon ſo unbedeutend, daß er kaum in Betracht kommt. Im Innern der Erde würde daſſelbe ſtattfinden, ein beſtändiger Austauſch der Wärme

müßte eintreten und ſo eine Temperatur des Centrums entſtehen, welche eine Mittelzahl aller einzelnen Temperaturen des Erdballs darſtellen würde. Dieſe Mittelzahl, welche man berechnen könnte, wenn es von Wichtigkeit wäre, würde etwa + 10 bis 15 Grade betragen; ſie würde höher ſein als die Mittelzahl zwiſchen der Temperatur der Pole und derjenigen des Aequators, denn man muß wohl bedenken, daß die Pole nur Punkte ſind, während der Aequator einen größten Kreis darſtellt.

§. 44. Was würde nun die Folge einer ſolchen Wärmevertheilung im Inneren der Erde ſein? In den Radien des Aequators würde ein beſtändiger Wärmeſtrom von außen, dem wärmeren Punkte, nach dem kälteren Centrum gehen, in den Radien der Pole umgekehrt ein Strom von innen nach außen, von dem Centrum nach dem kalten Pole. In den Radien, wo die mittlere Temperatur derjenigen des Centrums gleich wäre, würde eine invariable Temperatur an allen Punkten ſtattfinden. Nun treffen aber dieſe Radien mit 10 oder 15 Graden mittlerer Temperatur gerade in diejenigen Theile der Erde, wo die meiſten Verſuche über die Zunahme der Wärme nach innen hin gemacht wurden und wo dieſe durch Beobachtung conſtatirt wurde. Paris hat eine mittlere Temperatur von etwa 10 Graden; es dürfte demnach hier gar keine Zunahme nach innen zu ſtattfinden.

Man ſieht, die Annahme, daß die Zunahme der Temperatur nach dem Innern der Erde hin nur von der Sonne abhänge, iſt allen beobachteten Thatſachen entgegen, mithin durchaus verwerflich.

§. 45. Dieſe Temperatur des Innern muß demnach eine andere Urſache haben.

Welche Urſache man auch annehmen möge, ob eine Entwicklung der Hitze von innen heraus durch ſelbſtſtändige Thätigkeit, ob eine Mittheilung von außen her, ſo viel bleibt ſicher, daß jetzt die Erde eine Kugel iſt, welche im Innern eine bedeutendere Hitze beſitzt als der Raum, in welchem ſich dieſe Kugel bewegt, daß die Hitze mithin von dieſer Kugel in den kälteren Raum ausſtrahlt und die Kugel ſelbſt durch dieſen Proceß mehr und mehr ſich erkältet. Will man demnach die Temperatur im Inneren der Erde berechnen, ſo müſſen zuvor die Geſetze aufgeſucht werden, nach welchen eine in kälterem Raume ſich bewegende Kugel allmälig erkaltet, und dieſe Geſetze auf die Erdkugel angewandt werden.

Aus den vielfachen Unterſuchungen Fouriers, Poiſſons und E. de Beaumonts über die jetzigen und urſprünglichen Wärmeverhältniſſe unſerer Erde gehen nun folgende Reſultate hervor, deren mathematiſche Deduction hier zu weit führen würde.

Auf welche Art die Erde im Anfange erhitzt worden ſei, ob von innen heraus, ob von der ganzen Oberfläche her oder nur von einem einzelnen Punkte derſelben, dies kann aus den jetzigen Temperaturverhältniſſen der Erde nicht geſchloſſen werden; denn wie auch dieſe urſprüngliche Wärmequelle gewirkt haben mag, das Reſultat würde für unſere Zeit ſtets daſſelbe geweſen ſein. Es kann deshalb keine Berechnung dieſer Art über den Urzuſtand der Wärmequelle unſerer Erde den mindeſten Aufſchluß geben. §. 46

Es ſteht dagegen feſt, daß die Erde jetzt in einer Periode angekommen iſt, wo ihre Erkältung ſo ungemein unbedeutend iſt, daß wir wohl ſagen können, wir ſeien am Ende der Erkältung angelangt. Ja dieſe Endperiode der Erkältung dauert ſchon ſeit ſehr langer Zeit, und welche Conjecturen wir auch über die Dauer der früheren, raſch zunehmenden Erkältung der Erde aufſtellen mögen, wir müſſen bei folgerechter Berechnung ſtets zu dem Schluſſe kommen, daß wir jetzt in der Endperiode dieſer Erkältung uns befinden.

Ein ferneres, nothwendiges Geſetz, welches aus dieſen Berechnungen hervorgeht, iſt das, daß die ſtetige Abnahme aller Puncte der Erdkugel in demſelben Verhältniſſe zu der Temperaturmenge vor ſich geht, und daß ſomit, da die Wärme des Centrums ſtets bedeutender iſt als diejenige der Oberfläche, auch die abſolute Abnahme ſeiner Temperatur weit bedeutender iſt als diejenige der peripheriſchen Punkte. Geſetzt alſo, ein Punkt der Oberfläche nähme während einer beſtimmten Zeit um $\frac{1}{4}$ ſeiner Temperatur ab, ſo wird das Centrum ebenfalls um $\frac{1}{4}$ ſeiner Temperatur abnehmen, und es muß ſomit in unſerer Zeit, wo dieſe Abnahme der Temperatur an der Oberfläche faſt Null iſt, die Erkältung des Centrums immer noch merklich und ſogar bedeutend ſein, da wir die Temperatur des Centrums zum Wenigſten auf 1000 Grade anſchlagen müſſen.

Aus demſelben Principe geht dann noch ferner hervor, daß in einer Kugel, von der man annimmt, daß ſie überall gleiche ſpecifiſche Wärme und gleiche Leitungsfähigkeit darbiete, auch die graduelle Zunahme der Wärme um ſo geringer werde in gleichen Raummaßen, je mehr man ſich dem Centrum nähert, wo dieſe graduelle Zunahme natürlich gleich Null iſt. Geſetzt demnach, die Wärme des Bodens nähme an der Oberfläche um $\frac{1}{30}$ Grad auf den Meter zu, ſo wird in einer gewiſſen Tiefe die Zunahme nur $\frac{1}{40}$, noch weiter unten $\frac{1}{100}$ und immer unbedeutendere Bruchtheile von einem Grade per Meter betragen. Wollte man demnach dieſe graduelle Abnahme der verhältnißmäßigen Wärmevermehrung graphiſch darſtellen, ſo würde man eine Curve erhalten, welche im Anfange ſtark gekrümmt, ſtets flacher und flacher würde und ſich endlich ſehr der geraden Linie nähern würde. §. 47

Die Verhältniſſe der feſten Beſtandtheile der Erde ſcheinen indeß darauf §. 48

hinzubeuten, daß die Erde nicht überall die gleichen Eigenſchaften in Beziehung zur Wärme darbiete, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ſie aus einem inneren Kerne beſteht, deſſen Leitungsfähigkeit weit größer iſt als die der äußeren Rinde, ein Fall, den auch Poiſſon ſchon in ſeine Berechnungen aufgenommen hat. Geſetzt nun, der innere Kern habe die Leitungsfähigkeit des Goldes = 1000, während die Rinde eine Leitungsfähigkeit = 14 hat, ſo würde dadurch der Curve, welche die graduelle Vermehrung bezeichnet, eine ganz andere Geſtalt werden, indem nur ihr vorderer Theil, ſo weit die Rinde geht, eine gekrümmte Geſtalt haben würde, während durch den ſtark leitenden Kern ſie geradeaus ginge.

§. 49. Welchen Wärmegrad hat aber nun das Centrum der Erde? Gleich von vorn herein muß hier bemerkt werden, daß jede Löſung dieſer Frage, welche auf Temperaturgrade über 3000 oder 4000 Grad führen würde, einen concreten Unſinn enthält, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil man noch keine Hitze hat erzeugen können, die über dieſen äußerſten Grad hinausgegangen wäre. Man darf ſich aber nie über die durch die Beobachtungen gegebenen Gränzen hinwegſetzen.

Nimmt man nun die bis jetzt beobachtete Zunahme der Wärme von 1 Grad auf je 30 Meter Tiefe an, ſo erhält man bei einer Tiefe von 45,000 Metern eine Temperatur von 1500 Graden, d. h. eine Temperatur, die ſchon die Hälfte des Maximums beträgt, welches wir für das Centrum annehmen dürfen, zugleich aber eine Temperatur, bei welcher die meiſten Mineralien, Metalle und Erden in Fluß gerathen.

§. 50. Es iſt mithin wahrſcheinlich, daß die Erde eine wenigſtens 45,000 M. dicke Kruſte beſitze, innerhalb welcher ein Kern ſteckt, der von feuerflüſſigen Materien gebildet iſt und der eine bedeutende Leitungsfähigkeit beſitzt, denn ein Erdradius beträgt mehr als 6 Millionen Meter, und in ſo ungeheurer Entfernung würde doch die Zunahme der Temperatur im höchſten Falle nur ſo viel betragen als in der Kruſte, d. h. 1500 Grad.

Andererſeits aber darf man nicht vergeſſen, daß der Druck auf dieſen feurigen Kern ungeheuer iſt und daß wahrſcheinlich unter einem ſolchen Druck die Molekule nicht die Beweglichkeit, welche eine Flüſſigkeit auszeichnet, haben können, ſondern daß wahrſcheinlich die Subſtanzen, trotz des hohen Temperaturgrades, doch des großen Druckes wegen eine ſtarre Feſtigkeit zeigen.

§. 51. Buffon hat ſich ſeiner Zeit ſchon viel mit der Löſung der auf die innere Erdwärme bezüglichen Fragen beſchäftigt und dieſelbe auf experimentellem Wege verſucht, indem er Kanonenkugeln bis zur Weißglühhitze brachte und die Zeit ihrer Erkältung beſtimmte. Allein da ihm die Baſen abgingen, worauf er ſeine Berechnung hätte ſtützen können, indem man zu ſeiner Zeit noch keine Idee von der mathematiſchen Betrachtung der Phä-

mene der Wärme hatte, so konnte auch auf diesem Wege von keiner experimentellen Lösung die Rede sein. Buffon gelangte auch zu dem damals ungeheuer scheinenden Resultate von 76,000 Jahren und weiter zu dem Schlusse, daß die Erkaltung noch jetzt in wahrnehmbarem Maße abnehme. Er glaubte, daß eine Periode kommen werde, wo die Thiere der jetzigen Schöpfung durch den Frost umkommen müßten. Wir werden weiter unten sehen, daß diese Befürchtungen Buffon's durchaus ungegründet sind und daß die jetzt bestehenden Klimate der Erde, auch wenn dieselbe an dem Endziele ihrer Erkaltung angelangt sein wird, dennoch nur eine durchaus unmerkliche Veränderung erfahren werden, so daß der Schöpfung von dieser Seite durchaus keine Gefahr droht. Jedenfalls ist aus den oben angeführten Zahlen ersichtlich, daß die Buffon'schen Resultate unendlich hinter der Wahrheit zurückbleiben, und daß, wenn von der Dauer der Erde die Rede ist, nicht an Tausende noch Hunderttausende, sondern an Millionen und Billionen von Jahren zu denken ist. Man muß dabei wohl bedenken, daß die obigen Zahlen, wie auch aus den Prämissen hervorgeht, nur das Minimum einer Zeitdauer angeben, die noch viel größer gewesen sein kann; denn die Buffon'schen Zahlen sind auf die Voraussetzung gebaut, daß sich die Erde in gleicher Weise verhalte wie eine Kugel von Schmiedeeisen. Wenn aber auch, wie eben erwähnt wurde, es wahrscheinlich ist, daß das Innere der Erde eine sehr bedeutende Leitungsfähigkeit besitze, so ist diese doch offenbar in der Rindenschicht derselben weit geringer als in einer eisernen Kugel, und man darf daher wohl annehmen, daß die Erkaltung der Erde, als eines schlechter leitenden Körpers, langsamer im Verhältniß vor sich gehe als die einer Eisenkugel.

§. 5

Es giebt indessen auf der Erde selbst Erscheinungen, welche einigermaßen zum Maßstabe dessen dienen können, was im Anfange geschehen sein muß. Die Lava kommt bekanntlich im feuerflüssigen Zustande, mithin mit einer Temperatur von etwa 3- bis 4000 Graden aus den Vulkanen hervor. Die Lavaströme, welche an den Seiten der feuerspeienden Berge herabfließen, erkalten sehr schnell an ihrer Oberfläche und bedecken sich mit einer harten, wenig leitenden Kruste, unter welcher die feuerflüssige Masse noch lange fortglüht und selbst vorrückt. Man hat Beispiele, daß die Bewohner von Häusern, welche durch einen Lavastrom umzingelt wurden, sich über diese harte und schon erkaltende Kruste auf das Land retteten, während das Haus, welches mit der glühenden Masse im Innern der Lava in Berührung kam, in Flammen aufging. Ganz ähnliche Erscheinungen mag auch die Erde im Anfange dargeboten haben. Feuerflüssig, wie sie war, bedeckte sie sich bald mit einer harten, wenig leitenden Kruste, in deren Innerem der starkleitende feuerflüssige Kern fortglühte. Wie lange diese Erkältung fortdauerte, läßt sich nun annähernd aus der Erkaltung der Lavaströme berechnen. Man hat hierüber

freilich nur wenige, unvollſtändige Data; indeſſen weiß man doch, daß in Sicilien Lavaſtröme von 20 Metern Dicke zehn Jahre und mehr brauchten, ehe ſie vollſtändig erkaltet waren. Wendet man dieſe Angaben zur Berechnung der Erkaltung der Erde an, indem man annimmt, daß eine 20 Meter dicke Kugel (alſo von 10 Meter Halbmeſſer), aus Lava gebildet, zu ihrer Erkaltung 10 Jahre gebrauche, ſo gelangt man zu der ungeheuren Zahl von 4,057,690,000,000 Jahren für die Erde. Dieſe Zahl würde indeß das Maximum der Dauer ergeben und jedenfalls ſchon aus dem Grunde zu groß ſein, weil eine Kugel, die auf allen Puncten ihrer Peripherie Wärme ausſtrahlt, bei Weitem ſchneller erkaltet als eine Schicht von gleichem Durchmeſſer, welche nur eine gradlinige Oberfläche beſitzt, die der Strahlung unterworfen iſt. Mag man aber auch, um der deshalb nöthigen Correction zu genügen, einige Nullen von der Zahl wegſtreichen, ſo bleiben immer noch Millionen von Jahren, für deren Dauer unſere Einbildungskraft kein Maaß hat.

53. Eine weſentliche Frage, die zu beantworten noch übrig bleibt, iſt die über das Ende dieſes Zuſtandes der Erkaltung. Iſt es wahr, wie Buffon glaubte, daß dieſelbe ſo bedeutend iſt, daß dadurch eine vollſtändige Zerſtörung der jetzigen Schöpfung durch den Forſt bedingt werden könne, oder iſt ſchon jetzt die Erhöhung der Klimate durch die innere Erdwärme ſo unbedeutend, daß ein gänzliches Wegfallen dieſes Faktors keinen Unterſchied mehr machen würde? Zur Beantwortung dieſer Frage ſcheint es nöthig, zu beſtimmen, wie groß die Wärmequantität ſei, welche der Boden in einem beſtimmten Zeitmaaße verliert. E. de Beaumont hat vor einigen Jahren dieſe Berechnung ausgeführt, die beſonders auf der Berückſichtigung der ſpecifiſchen Wärme und der Leitungsfähigkeit des Bodens, verbunden mit der Zunahme der inneren Erdwärme, beruht, und die Reſultate wurden von Poiſſon, dem größten Mathematiker unſerer Zeit, anerkannt. Es ergab ſich, daß der Wärmeſtrom, welcher in Paris aus dem Boden in die Atmoſphäre ſich ergießt, hinreichend ſein würde, eine Waſſerſäule von 0,48 Meter Höhe um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erwärmen, oder, um der Sache eine reelle Anſchauung zu geben, daß dieſe Wärme eine Schicht Eis von $6\frac{1}{2}$ Millimeter Höhe auf dem Boden ſchmelzen würde. Wie man ſieht, iſt dieſe Quantität Wärme nur höchſt unbedeutend und kann in gewöhnlichen Verhältniſſen durchaus außer Acht gelaſſen werden.

54. Es geht nun aus Allem dieſem hervor, daß die innere Erdwärme die mittlere Temperatur der Klimate nur um $\frac{1}{30}$ Grad erhöht und daß demnach, wenn die Erde vollſtändig erkaltet ſein wird, die mittlere Temperatur der Oberfläche nur um $\frac{1}{30}$ Grad tiefer ſtehen wird als jetzt. Eine ſolche Verminderung der Wärme iſt durchaus irrelevant, und es kann mithin von dieſer Seite her auch nicht die mindeſte Veränderung des jetzt beſtehenden Zuſtandes drohen. Daß eine ſolche Veränderung auf indirecte Weiſe ſich herſtellen könne,

darf indeß nicht geläugnet werden; es iſt leicht einzuſehen, daß die heißen Quellen, die Vulkane, überhaupt alle Erſcheinungen, welche mit der Exiſtenz einer größeren Wärme im Inneren der Erde in Verbindung ſtehen, aufhören müſſen, und daß aus dieſem Grunde Veränderungen ſich bilden werden, die von bedeutendem Einfluſſe auf die Oberfläche ſein müſſen. Dieſe ſelbſt aber tritt bei dieſen Veränderungen nicht in das Mittel, und wir können deshalb mit voller Beſtimmtheit ſagen, daß der Wärmezuſtand auf der Oberfläche der Erde in einem permanenten Zuſtande iſt und ſchon ſeit langer Zeit in demſelben verharrt.

Es kann für die kosmogoniſchen Theorien von Wichtigkeit werden, zu unterſuchen, wie lange die Zeit der Erkaltung der Erde ſchon dauert und ſomit auch zu beſtimmen, ſeit wie lange her ſchon die Erde in einem für organiſche Weſen bewohnbaren Zuſtande ſich befindet. §. 4

Dieſe Rechnung iſt ausführbar, und es läßt ſich mit der größten Evidenz nachweiſen, daß im Falle, wo ſeit dem Beginne der Erkältung erſt 6000 Jahre verfloſſen wären, die Temperatur der ganzen Erdkugel im Beginne ihrer Erhitzung nur 34,015 Grad betragen haben würde, d. h. 23,415 Grad mehr als die Bodentemperatur von Paris, welche 10,6 Grad beträgt, und die etwa als die mittlere Temperatur der ganzen Erdoberfläche angenommen werden kann. Man kann dieſe Zahlen leicht weiter ausführen; nimmt man an, daß die Erkaltung ſchon ſeit 60,000 Jahren anhalte, ſo würde dies auf eine urſprüngliche Temperatur der Erde von $74^{0},05$ C. führen. Buffon nahm, wie früher bemerkt wurde, 76,000 Jahre an; allein auch dieſe Zahl würde erſt eine urſprüngliche Temperatur von 87,307 C. ergeben; mithin eine Erwärmung, die nicht einmal derjenigen des ſiedenden Waſſers gleichkommt, und die mithin jedenfalls für die Erklärung der geologiſchen Phänomene viel zu gering iſt. Dreimalhunderttauſend Jahre würden erſt eine urſprüngliche Temperatur von $165^{0},5$ ergeben, mithin immer noch zu Zahlen führen, welche gar nicht berückſichtigt zu werden brauchen. Nimmt man dagegen an, daß die Erde urſprünglich bis zum feuerflüſſigen Zuſtande erhitzt geweſen ſei, eine Annahme, die von mehreren Seiten her geboten wird und die mit allen bis jetzt bekannten geologiſchen Thatſachen im Einklange ſteht, und ſetzt man dieſe Temperatur nur zu 3000 Graden, einem Wärmegrade, den wir noch jetzt hervorbringen können, ſo ergiebt ſich daraus eine Zeitdauer von 98 Millionen und 490,000 Jahren, eine Zahl, die immer noch weiter geht als unſere Vorſtellungskraft. Nach dieſer Grundzahl berechnet, würde ſich die Erde jährlich um $^{1}/_{6247200000}$ eines Grades des hunderttheiligen Thermometers erkalten; es würden demnach mehr als 6 Billionen Jahre verfließen müſſen, bevor die Temperatur der Erde um einen Grad abnähme.

Die numeriſchen Applicationen der aus den Rechnungen über die Wärme §. 4

abgeleiteten Formeln können auf das Mannichfachste vervielfältigt werden, und alle diese Ergebnisse müssen, sobald nur die Prämissen richtig sind, die gleiche mathematische Gültigkeit besitzen. So hält es leicht zu erweisen, daß das Innere der Erdkugel und namentlich der Mittelpunkt sich etwa dreitausendmal schneller erkalten muß als die Oberfläche, und daß das Verhältniß zwischen dem Wärmeverlust des Inneren und demjenigen der Oberfläche in verschiedenen Epochen verschieden gewesen sein muß. Man kann sich leicht eine Vorstellung dieser Verhältnisse machen, wenn man die Erkaltung einer glühend gemachten Kanonenkugel beobachtet. Im Momente, wo dieselbe aus der Esse gezogen wird, verliert die Oberfläche eine ungeheure Quantität Wärme, und bald wird durch diese sehr active Ausstrahlung eine mehr oder minder dicke Schicht so weit erkaltet, daß man die Kugel in die Hand nehmen könnte. Im Innern der Kugel erhält sich noch lange ein höherer Hitzegrad, und nur nach und nach sinkt auch das Centrum zu der Temperatur des umgebenden Elements herab, bei welcher die Oberfläche schon lange angelangt ist. Sobald demnach an der Oberfläche die erste Periode der heftigen momentanen Ausstrahlung beendet ist, so besitzt das Innere mehr Wärme und, um dieselbe zu verlieren und auf gleichem Grade mit der Oberfläche anzukommen, muß es auch mehr Wärme abgeben als die Oberfläche. Zu einer gewissen Zeit müssen beide Theile der Kugel, das Innere wie die Oberfläche, genau gleichviel Wärme verlieren, während früher der Ueberschuß der Wärmeabgabe auf die Oberfläche, später auf das Innere fällt. Man kann nun finden, daß die Zeit, welche das Gleichgewicht zwischen diesen Verlusten bezeichnet, etwa 40,000 Jahre nach dem Beginne der Erkaltung eingetreten sein muß, und daß zu jener Zeit die mittlere Temperatur der Erde an ihrer Oberfläche 15 Grad wärmer sein mußte als jetzt.

§. 57. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß mit einer solchen mittleren Temperaturerhöhung von 15 Graden das organische Leben auf der Erde nicht unverträglich ist, sondern daß vielmehr eine sehr üppige Thier- und Pflanzenwelt dabei gedeihen kann, etwa wie jetzt unter dem Aequator stattfindet. Es ist deshalb durchaus nicht unmöglich, daß zu jener Zeit die Schöpfung der ältesten Thier- und Pflanzenformen begonnen habe. Freilich mußten damals durchaus andere Verhältnisse hinsichtlich der physikalischen Verhältnisse der Erde herrschen als jetzt; die Wärme nach innen zu mußte per Meter um 15 Grade zunehmen, während sie jetzt nur um $\frac{1}{30}$ Grad per Meter zunimmt. Allein bei so schneller Zunahme ist es leicht einzusehen, daß man mit 100 Metern Tiefe schon bei einer Temperatur von 1500 Graden ankommt, d. h. bei einer Hitze, welche hinreicht, um die meisten erdigen und mineralischen Substanzen zu schmelzen und in feuerflüssigen Zustand zu bringen. Es mußte demnach die Erde damals kaum eine Rinde von 100 Metern Dicke haben, und das ganze Innere mußte flüssig sein, so daß die

Erde im Ganzen ein Ei darstellte, dessen Schale durch die feste Erdkruste, der Dotter durch den flüssigen Kern dargestellt wird.

§. Es darf nicht unterlassen werden, hier nur kurz auf die mechanischen Folgen der Erkaltung der Erde aufmerksam zu machen, die wichtig genug sind, um die Geologie bedeutend in Anspruch zu nehmen. Fast alle Körper nämlich dehnen sich durch die Wärme aus und ziehen sich durch die Kälte zusammen, und nur das Wasser macht eine merkwürdige Ausnahme von dieser Regel, die indessen auch so ziemlich schwindet, wenn man die mathematische Serie seiner Ausdehnungsgrade in weitere Gränzen ausdehnt als gewöhnlich. Der Erdkern, der jetzt noch einem bedeutenden Hitzegrade ausgesetzt ist und der noch immer viel Wärme verliert, während diese Quantität viel geringer und fast Null für die Oberfläche ist, der Erdkern muß sich demnach mit zunehmender Erkaltung auch mehr und mehr zusammenziehen, und so muß von Zeit zu Zeit die feste Rinde zu groß sein. Die einfache Folge dieses Verhältnisses werden Risse und Spalten sein, die sich bilden, indem die Kruste zerreißt, da sie bei der Zusammenziehung nicht mehr denselben Raum einnimmt wie früher. Auch sehen wir in der That, daß alle geschmolzenen Gebirgsarten, welche offenbar früher feuerflüssig waren oder doch einer bedeutenden Hitze ausgesetzt blieben, durch die Erkaltung sich spalten und Risse nach allen Richtungen hin zeigen. Die Massen, welche total feuerflüssig waren, wie der Basalt, zeigen oft so regelmäßige Abkühlung und eine so regelmäßige Progression der Zusammenziehung, daß daraus auch Risse hervorgegangen sind, welche mehr oder minder regelmäßige Richtungen zeigen. Es kann hier nur angedeutet werden, welchen Einfluß diese Thatsachen auf manche geologische Theorien haben müssen; es wird sich später noch manche Gelegenheit zu ihrer Anwendung finden.

§. Eine letzte Frage, auf welche man noch Rücksicht nehmen muß, ist die, ob nicht im Innern der Erde eine beständige Wärmequelle vorhanden ist, welche die Erkaltung, welche wir statuirt haben, noch weiter hinausschiebt. Es kann nicht geläugnet werden, daß manche Umstände für eine solche Annahme sprechen; allein jede Hypothese über eine solche innere Quelle der Wärme ist vor der Hand unzulässig, da wir keine Idee über die Quelle selbst, noch über die Größe ihres Productes haben können. Jedenfalls abergiebt es Verhältnisse, aus welchen eine solche entspringen könnte, und schon unsere Annahme eines feuerflüssigen Kernes und einer beständig zunehmenden Solidification desselben scheint eine solche nothwendig zu bedingen. Bekanntlich nämlich entbinden die flüssigen Körper, sobald sie in den festen Zustand übergehen, eine bedeutende Quantität Wärme, die je nach den Verhältnissen der einzelnen Körper wechselt. So entbindet das Wasser, indem es zu Eis wird, eine so bedeutende Quantität Wärme, daß dadurch ein gleiches Volum Wasser zu 69° Graden erhitzt werden kann, und es ist demnach natürlich, daß die

zunehmende Erstarrung des feuerflüssigen Erdkernes, während sie einestheils das Resultat einer zunehmenden Erkaltung ist, doch wieder anderseits eine Quelle von Wärme ist, weil eben die geschmolzene Masse bei ihrer Erstarrung und bei der Veränderung ihres Aggregatzustandes Wärme entbindet.

6. Atmosphärische Hülle der Erde.

§. 60. Die Erde ist in ihrem ganzen Umfange von einer dunstförmigen Hülle, der Atmosphäre, umgeben. Es kann demnach nicht befremden, wenn die Geologie in mannichfache Beziehungen zu der Meteorologie tritt, da ohne atmosphärische Luft und die mannichfachen, dem Bereiche der Meteorologie anheimfallenden Elemente thierisches und pflanzliches Leben nicht auf der Erde hätte bestehen können, und somit der Geologie ein wesentlicher Theil ihrer Beschäftigungen, nämlich die Paläontologie, geraubt worden wäre.

§. 61. Die Atmosphäre ist bekanntlich überall auf die nämliche Weise aus zwei beständigen Elementen zusammengesetzt, aus Sauerstoff und Stickstoff, und zwar beträgt die relative Menge dieser Gasarten den Untersuchungen von Dumas und Bouffingault zu Folge dem Gewichte nach in 100 Theilen 23,01 Theile Sauerstoff und 76,99 Stickstoff, dem Volumen nach 20,81 Sauerstoff und 79,19 Stickstoff. Außerdem befindet sich noch Kohlensäure in sehr geringer und nur in sehr engen Gränzen wechselnder Menge von 0,004 bis zu 0,006 Theilen, zuweilen etwas Kohlenwasserstoff und endlich eine in sehr bedeutend weiten Gränzen variirende Menge von Wasserdampf in der Atmosphäre. Von der Gegenwart der letzteren hängt bekanntlich die größere oder geringere Schwere der Luftsäule ab, welche sich über einem gegebenen Orte befindet.

Die so wenig variable Menge der Kohlensäure in der Luft könnte einigermaßen befremden, da durch so viele mächtige und ausgebreitete chemische Processe dieselbe in ungemein großer Quantität auf der Erde bereitet wird, und zwar auf Kosten des Sauerstoffes der Luft. Die Verbrennung aller brennbaren organischen Stoffe, die Gährung, Fäulniß und Zersetzung, sowie das Athmen der Thiere liefern ungemeine Mengen dieses Gases, der vulkanischen Ausströmungen und Gasquellen nicht zu gedenken, die ungeheure Mengen von Kohlensäure liefern. Allein anderseits ist die Menge des zur Bereitung der Kohlensäure aufgespeicherten Sauerstoffes in der ganzen Atmosphäre ungeheuer, und Dumas hat gezeigt, daß es nicht weniger als 800,000 Jahre bedürfe, um allen Sauerstoff der Atmosphäre aufzuzehren, auch wenn man den Verbrauch zu den genannten Processen in dem größten Maximum annähme und noch überdem von aller Regeneration des Sauerstoffes gänzlich abstrahire. Nun ist es aber bekannt, daß der Athmungsproceß der Pflanzen gerade demjenigen der Thiere entgegengesetzt ist, indem die Pflanzen Kohlensäure einsaugen und Sauerstoff aushauchen, während

die Thiere Sauerſtoff ein- und Kohlenſäure ausathmen. Es iſt wahrſcheinlich, daß in der jetzigen Schöpfung dieſe beiden entgegengeſetzten Einwirkungen der Pflanzen und der Thiere einander das Gleichgewicht halten, ſo daß etwa ebenſo viel Kohlenſäure von den letztern erzeugt wird, als die erſteren wieder zerlegen. In den früheren Zeiten herrſchten wahrſcheinlich andere Verhältniſſe in der Zuſammenſetzung der Atmoſphäre, und man vermuthet nicht mit Unrecht, daß in denjenigen älteren Perioden, in welchen eine bedeutende Entwicklung des Pflanzenwuchſes ſtattfand, bedeutend mehr Kohlenſäure darin enthalten war.

§. 6 Hat die Atmoſphäre eine Gränze, oder gehorcht ſie bis in die äußerſten Entfernungen dem Mariottiſchen Geſetze, wonach die Dichtigkeit der Atmoſphäre im Quadrate der Entfernungen abnimmt? Mit andern Worten, bildet ſie eine beſtimmt in ſich abgeſchloſſene Umhüllungsſchicht oder verbreitet ſie ſich, ſtets mehr und mehr an Dichtigkeit abnehmend, durch den ganzen Raum? Die Beantwortung dieſer Frage iſt von großer Wichtigkeit, nicht allein für die Geologie, ſondern für die ganze Aſtronomie, denn ſobald man annimmt, daß das Mariottiſche Geſetz, welches bekanntlich nie zu dem abſoluten Null führen kann, durch den ganzen Raum hindurch herrſcht, ſo muß damit folgerecht auch angenommen werden, daß eine allgemeine Atmoſphäre den Raum erfüllt und daß dieſelbe nur um die einzelnen Himmelskörper, je nach Verhältniß ihrer Anziehungskraft, verdichtet ſei. Dieſe Annahme iſt indeß ſehr wenig wahrſcheinlich, und ſeit den ſchönen Unterſuchungen Wollaſton's über dieſen Gegenſtand nimmt man allgemein an, daß die Atmoſphäre eine beſtimmte Gränze habe, und daß ſomit diejenigen Himmelskörper, welche nachgewieſenermaßen eine Dunſthülle beſitzen, dieſelben eben in der Art wie die Erde, nämlich als abgeſchloſſene Umhüllung, beſitzen. Wollaſton behauptete ſchon, daß das Mariottiſche Geſetz der Abnahme der Verdichtung bei allen Gasarten eine Gränze habe, und daß die Elaſticität, welche die Atome der Gaſe von einander entfernt, an dieſer Gränze aufhöre. Das Gas würde ſich unterhalb dieſer Gränze, wo es durch ſeinen eigenen Druck verdichtet, wie ein Gas verhalten, d. h. als elaſtiſch flüſſiger Körper, an der Gränze aber eher wie eine tropfbar flüſſige, aber in's Unendliche zertheilte Flüſſigkeit, zwiſchen deren Atomen keine Expanſionskraft mehr beſtehen würde.

§. 6 Ein ſehr einfacher Verſuch von Faraday ſcheint dieſe Annahme zu beſtätigen. Faraday nahm eine langhalſige Flaſche, in welcher unten am Boden einige Tropfen Queckſilber ſich befanden, und an deren Stöpſel ein Goldblättchen befeſtigt wurde. Im Sommer, bei warmer Temperatur, die bekanntlich die Elaſticität der Gaſe ſehr erhöht, wurde das Goldblättchen gebleicht; die Queckſilberdämpfe erhoben ſich demnach bis zu dem Stöpſel. Im Winter aber, wenn man die Flaſche in der Kälte hielt, zeigte das Gold-

blättchen nicht die mindeſte Veränderung. Es war mithin offenbar, daß die Queckſilberdämpfe nicht mehr bis zum Stöpſel ſich erhoben, ſondern eine beſtimmte obere Grenze zeigten, über welche ſie in der Kälte nicht hinausgingen. Der nämliche Verſuch wurde in der Art wiederholt, daß man concentrirte Schwefelſäure auf den Boden des Glaſes goß und oben ein Zinkblättchen anbrachte. Das Reſultat war daſſelbe. In der Kälte erhob ſich die Atmoſphäre des Schwefelſäuregaſes nicht bis zu dem Metalle, das durchaus nicht angegriffen wurde, während in der Wärme es ſogleich corrodirt wurde.

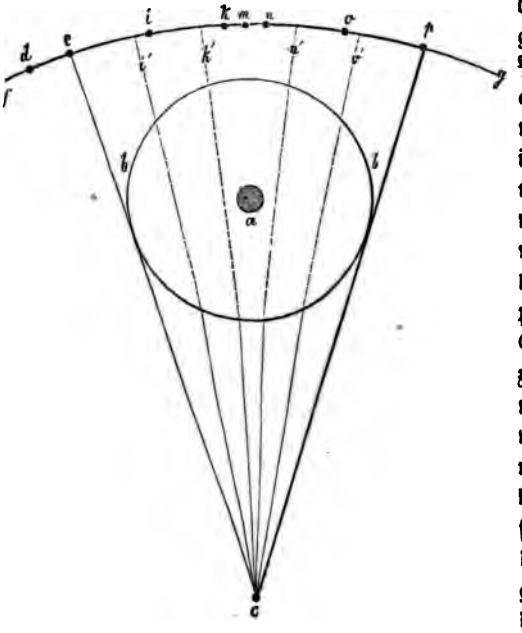
64. Wollaſton ſuchte ſeinen Grundſatz eher durch aſtronomiſche Deductionen zu erörtern. Um die Abſurdität einer allgemeinen, den Raum erfüllenden Atmoſphäre, die um jeden einzelnen Himmelskörper im Verhältniß ſeiner Attractionskraft verdichtet wäre, nachzuweiſen, braucht man nach ſeinem Beiſpiele nur die Folgen einer ſolchen Annahme zu berechnen. Die Attraction ſteht bekanntlich im directen Verhältniſſe zur Maſſe der Himmelskörper, und man könnte daraus und aus ihren reſpectiven Entfernungen die Punkte berechnen, wo ein Molekul dieſer allgemeinen Atmoſphäre in gleichem Grade von beiden Himmelskörpern angezogen würde, und ebenſo auch den Punkt, wo die Dichtigkeit der Atmoſphäre des Einen derjenigen, welche an der Oberfläche des anderen Himmelskörpers herrſcht, gleichkäme. Führt man nun dieſe Rechnung für das Verhältniß zwiſchen dem Monde und der Erde zum Beiſpiele aus, ſo zeigt es ſich, daß in einer Entfernung von 8046500 Meter von der Oberfläche der Erde derjenige Punkt ſich befindet, wo die Attractionskraft der Erde der Attractionskraft an der Oberfläche des Mondes gleich iſt. Die Atmoſphäre der Erde würde demnach an dem angegebenen Punkte dieſelbe Dichtigkeit beſitzen, wie die Atmoſphäre des Mondes unmittelbar an der Oberfläche dieſes Satelliten. Nun iſt aber in einer Höhe von 64000 Meter ſchon der Druck der Luft auf die Queckſilberſäule des Barometers nur noch einem Viertelmillimeter gleich, d. h. faſt verſchwunden, und da dieſer Druck im Quadrate der Entfernungen abnimmt, ſo iſt er bei einer Entfernung von 8 Millionen Metern ſchon längſt gleich Null zu ſetzen. Der Mond hätte demnach gar keine, für uns merkbare, Atmoſphäre. Dies iſt nun auch in der That der Fall mit dem Monde, an dem man noch keine Atmoſphäre hat entdecken können, da die Sterne, welche hinter ihm durchgehen, nie eine Abweichung in ihrem Laufe zeigen, was doch der Fall ſein müßte, wenn eine Atmoſphäre vorhanden wäre, welche die Lichtſtrahlen bei ihrem Durchgange in einem gewiſſen Winkel bricht.

65. Das gleiche Raiſonnement aber, welches hier bei dem gegebenen Beiſpiele weder für noch gegen beweiſt, muß ſich auch auf die anderen Weltkörper anwenden laſſen. Die Maſſe der Sonne iſt bekanntlich weit größer als die der Erde, ihre Anziehungskraft ungeheuer, das Gewicht der Körper an ihrer Oberfläche bedeutend größer. Ein Körper, der auf der Erde

1 Kilogramm wiegt, würde auf der Sonne etwa 28 Kilogramme wiegen. In einer Entfernung von der Oberfläche der Sonne, die etwa $5\frac{1}{2}$ Mal den Halbmesser der Sonne betragen müßte, was eine ungeheure Entfernung ist, würde die Atmosphäre der Sonne eine Dichtigkeit besitzen, welche derjenigen der Atmosphäre an der Oberfläche der Erde gleichkäme. Von diesem Punkte aus bis zu der Oberfläche der Sonne hin muß die Dichtigkeit dieser Atmosphäre beständig zunehmen, und es ist leicht zu berechnen, daß noch in bedeutender Entfernung von der Sonne die Atmosphäre derselben die Dichtigkeit des Quecksilbers erlangt haben müßte. Man könnte zwar behaupten, daß die ungeheure Temperatur, welche vielleicht in der Sonne oder an ihrer Oberfläche herrscht, dieses Verhältniß herabdrücken müßte; indeß kann auch dieser Faktor nicht so groß sein, daß dadurch ein bedeutender Unterschied entstehen sollte. Mit der Zunahme der Dichtigkeit einer Atmosphäre nimmt aber auch deren Brechungskraft für die Lichtstrahlen zu. Bekanntlich beträgt die brechende Kraft unserer Atmosphäre etwa einen Grad, und ein Lichtstrahl, der aus dem Raume zu uns gelangt, wird etwa um einen Grad des Kreises nach innen gebrochen. Bei der Sonne müßte diese brechende Kraft, die im Verhältniß der Dichtigkeit der Atmosphäre steht, viel bedeutender sein, und daraus müßten sehr merkbare Veränderungen im scheinbaren Laufe der Gestirne entstehen, sobald diese sich der Sonne nähern. Wir können bekanntlich, mittelst dieser brechenden Kraft verschiedener Medien, Körper scheinbar in gerader Linie sehen, welche bei ungebrochenen Lichtstrahlen uns durchaus unsichtbar sind. Ein Gestirn, welches hinter der Sonne durchginge, müßte eine Zeitlang, je mehr es sich der Sonne nähert, immer langsamer und langsamer vorrücken, weil die von ihm ausgesandten Strahlen immer dichtere und dichtere Schichten der Sonnenatmosphäre durchsetzen müßten, demnach immer stärker und stärker gebrochen würden, bis es plötzlich in einem bedeutenden Ruck auf die andere Seite der Sonne sprünge und nun mit stets zunehmender Schnelligkeit sich von derselben zu entfernen schiene, bis es seine ursprüngliche Geschwindigkeit wieder erlangt hätte. Gesetzt, in der beifolgenden Figur sei a die Sonne, b ihre Atmosphäre von dem Punkte an, wo dieselbe so dicht ist, als die Atmosphäre der Erde, c die Erde, d ein Stern, welcher die Bahn $f\,g$ zu durchlaufen hat. So lange der Stern noch in dem Punkte e steht, so werden seine Lichtstrahlen ungebrochen zu uns, die wir uns auf der Erde c befinden, gelangen, wir werden ihn deshalb an seiner richtigen Stelle sehen. Ist der Stern bei i, so werden seine Lichtstrahlen durch die Sonnenatmosphäre b gebrochen, er wird deshalb scheinbar nur bei i' zu stehen scheinen. Je weiter er bei dem Punkte k ankommt, desto mehr werden seine Lichtstrahlen gebrochen, und er wird deshalb nur bei k' zu stehen scheinen. Endlich, bei m steht er in gerader Linie hinter der Sonne und ist deshalb unsichtbar. Sobald er aber auf der

andern Seite bei *n* angekommen iſt, ſo wird ſich daſſelbe Phänomen wie auf der anderen Seite wiederholen, und er wird deshalb uns bei *n'* zu ſtehen ſcheinen. Der Stern, der in derſelben Zeit die gleichen Diſtanzen der Punkte *e*, *i*, *k*, und *n*, *o*, *p* durchlaufen hat, wird ſcheinbar für uns in denſelben Zeitabſchnitten die immer kürzer werdenden Diſtanzen von *h* nach *i' k'* durchlaufen haben und dann plötzlich von dort einen Sprung nach *n'* gemacht zu haben ſcheinen, von wo aus dann ſeine Bewegung ſucceſſiv zunimmt, indem er ſcheinbar nach *o' p* zu rücken ſcheint, während er in der That nach *o* und *p* geht. Dies iſt nun nicht der Fall in der Natur.

Fig. 7.



Wollaſton, und ſpäter Vidal, haben Beobachtungen über die Bewegung der Venus gemacht, während ſie hinter der Sonne durchgeht. Dieſe Beobachtungen ſind nicht leicht; der Planet iſt ſehr ſchwer zu ſehen, und Irrungen ſind, der bedeutenden Lichtſtärke der Sonne wegen, faſt unvermeidlich. Indeſſen iſt aus den Beobachtungen dieſer Männer hervorgegangen, daß die Venus in der Nähe der Sonne ziemlich regelmäßig ſich zu bewegen ſcheint, und daß jedenfalls keine ſo bedeutenden Abweichungen ſich finden, als Statt haben müßten, wenn die erwähnten Verhältniſſe beſtänden.

§. 66. Wollaſton hat auf die nämliche Weiſe die Bewegung der Monde des Jupiter betrachtet. Dieſer Planet hat bekanntlich eine weit größere Maſſe als die Erde, und ſeine Anziehungskraft iſt ſo groß, daß ein Kilogramm auf ihm 2½ Kilogramme wiegen würde. Der Punkt, wo ſeine Atmoſphäre gleiche Dichtigkeit mit der Erdatmoſphäre haben müßte, liegt in einer Entfernung, welche 18 Mal den Halbmeſſer der Erde beträgt. Nun hat dieſer Planet 4 Monde, die alle in ſehr beſtimmten Diſtanzen um ihn kreiſen und deren Bewegung auf das genaueſte beſtimmt iſt. Hätte der Jupiter eine ſo bedeutende und ſo dichte Atmoſphäre, wie ihm nach der Annahme einer allge-

meinen, den Raum ausfüllenden Luft zukommen müßte, ſo würden beſtändig die größten ſcheinbaren Perturbationen in dem Laufe dieſer Satelliten beobachtet werden müſſen. Ja, Wollaſton hat berechnet, daß der vierte Mond in gewiſſen Entfernungen, wenn er genau hinter dem Jupiter ſteht, gar nicht durch denſelben gedeckt würde, ſondern vermöge der ſtarken Refraction von allen Seiten geſehen werden müßte. Der vierte Mond würde in dieſer Stellung, die Wollaſton berechnet hat, und die häufig vorkommt, wie ein runder Heiligenſchein um die Scheibe des Jupiter ſich darſtellen. Dies iſt nun nie der Fall und ſomit die ganze Hypotheſe falſch.

Es iſt demnach mathematiſch nachweisbar, daß alle Planeten, alle Weltkörper, bei welchen eine Dunſthülle nachgewieſen iſt, und ſomit auch unſere Erde, durchaus begränzte Atmoſphären beſitzen, und daß dieſelben nicht als verdichtete Zonen einer aus dem Raume ſtammenden, allgemeinen Atmoſphäre angeſehen werden können. Damit ſoll nicht behauptet werden, daß es keine für ſich beſtehende atmoſphäriſche Maſſen in dem Raume gebe. Die Kometen ſind wahrſcheinlich nur zuſammengeballte Dunſtmaſſen, und es könnte ſein, daß die Planeten und diejenigen Himmelskörper, welche Atmoſphären beſitzen (denn auch nicht alle Planeten ſcheinen welche zu beſitzen), ſie dadurch erhalten haben, daß Kometen, von ihnen angezogen, auf ſie ſtürzten und ſie auf dieſe Weiſe ſich ihre dunſtigen Hüllen aneigneten. Alle Speculationen über ſolche Vorgänge können nur total im Reiche der Hypotheſe bleiben, und ſobald man auf ſichere Thatſachen bauen will, ſo muß man, wie bei der Betrachtung der Wärmeverhältniſſe unſeres Erdkörpers auch, ſich nur an dasjenige halten, was uns jetzt geboten iſt, und den Grund der Erſcheinungen in der Erde ſelbſt, nicht aber außerhalb, ſuchen. §. 67

7. Das Waſſer.

Man kann im Allgemeinen behaupten, daß alles Waſſer der Erde geſalzen ſei, und daß das Meerwaſſer im Großen eine eben ſo conſtante Zuſammenſetzung habe als die Atmoſphäre. Die Menge des ſüßen Waſſers auf der Erde verſchwindet faſt, wenn man die ungeheure Quantität ſalzigen Waſſers in's Auge faßt, welche Inſeln und Continente umfluthet, und man kann nicht mit Unrecht annehmen, daß das ſüße Waſſer nur durch beſondere Umſtände entſalzenes Meerwaſſer ſei, und zwar entſalzen theils durch Filtration in den Erdſchichten, theils aber beſonders durch Verdunſtung in die Atmoſphäre, aus welcher es wieder in flüſſiger Form auf die Erde niedergeſchlagen wird. Das ſüße Waſſer iſt deshalb nicht frei von erdigen Beſtandtheilen, welche es beim Durchſickern durch die Erdſchichten aufgelöſt hat, und die oft ſo bedeutend ſind, daß das Waſſer dadurch zur Mineralquelle wird, indem es auch Beſtandtheile auflöſt, die gewöhnlich weder im Meer- §. 68

waſſer, noch in den ſüßen Quellen vorkommen. Süße Quellen wie Mineralquellen kommen aber hinſichtlich ihrer Menge und Verbreitung in keinen Betracht gegen die Quantität des Meerwaſſers.

§. 69. Das ſpecifiſche Gewicht des Meerwaſſers, woraus man einigermaßen auf ſeinen Gehalt an Salzen ſchließen kann, ſchwankt nur innerhalb ſehr geringer Grenzen in Mitten der Oceane. In der Nähe der Küſten freilich gibt es bedeutende Verſchiedenheiten, die aber namentlich zuſammenhängen mit der größeren oder geringeren Menge ſüßen Waſſers, welches Flüſſe und Bäche in das Meer führen. Der Salzgehalt iſt dadurch geringer in Meeren, welche bedeutenden Zufluß an ſüßem Waſſer erhalten und dabei nur wenig ausdünſten, während er ſehr groß iſt in ſolchen Meeren, wo die Verdunſtung ſehr bedeutend und der Zufluß ſüßen Waſſers nur gering iſt. Ebenſo wird in den Polarmeeren durch das Eiswaſſer, welches bekanntlich faſt rein iſt, der Salzgehalt bedeutend herabgedrückt. Folgende Tabelle der ſpecifiſchen Gewichte kann einen Begriff von der Stärke des Salzgehaltes der einzelnen Meere geben.

Deſtillirtes Waſſer	1,00000
Geſchmolzenes Meereis	1,00057
Schwarzes Meer	1,01418
Oſtſee	1,01523
Weißes Meer bei Archangel . . .	1,01901
Meer von Marmora	1,01915
Eismeer des Nordpols	1,02664
Ocean in den Aequatorialgegenden .	1,02770
Ocean der ſüdlichen Halbkugel . .	1,02882
Ocean der nördlichen Halbkugel . .	1,02829
Mittelländiſches Meer	1,02930.

§. 70. Aus dieſen Zahlen ſchon laſſen ſich verſchiedene Verhältniſſe erſchließen, welche man zum Theil auch aus anderen Erſcheinungen her kennt. So ſind die Meere der Polargegenden ſpecifiſch leichter und um ſo weniger geſalzen, je näher ſie dem Nordpole ſind, weil eben durch die Menge geſchmolzenen Eiſes ihr Salzgehalt verringert wird. Scoresby fand, daß die Mengung nur ſehr unvollkommen vor ſich gehe; daß namentlich an der Oberfläche das Waſſer weithin um die Eisberge faſt ganz ſüß ſei, und daß noch bei 1380 Fuß Tiefe der Salzgehalt äußerſt unbedeutend ſei, was ſich leicht begreifen läßt, da einer bedeutenden Flächenausbreitung auch eine gehörige Tiefe des ungeſalzenen Eiswaſſers parallel gehen muß. Ebenſo ſtehen das ſchwarze Meer und die Oſtſee ſehr niedrig mit ihrem Salzgehalt, weil dieſe beiden Becken bedeutende Flüſſe empfangen, deren Zuſchuß an ſüßem Waſſer weit größer iſt als die Verdunſtung. Dieſer Punkt ſcheint nicht ohne Wichtigkeit für die Entwicklung des organiſchen Lebens in den Gewäſſern

Jedermann weiß, daß man in dem Meerwaſſer weit leichter ſchwimmt als n ſüßem Waſſer, eben weil der organiſche Körper eine ſpecifiſche Schwere at, die kaum größer iſt als diejenige des Waſſers. Dieſes mechaniſche Moment ſowohl, als auch die veränderte chemiſche Zuſammenſetzung bedingt ann auch eigenthümliche organiſche Formen. Die Thiere, welche in der See leben, können meiſt nicht in ſüßem Waſſer fortkommen, und umgekehrt. In der Oſtſee nun und den Meeren, welche durch ihren geringen Salzgehalt ſich dem ſüßen Waſſer mehr nähern, leben auch eigenthümliche Thiere, welche ſich denjenigen der ſüßen Gewäſſer nähern, ſo daß man ſchon aus der Phyſiognomie der Fiſche, Strahlthiere, Muſcheln und Schnecken, welche n einem Meere leben, mehr oder minder auf deſſen Salzgehalt ſchließen kann.

§. 71. Das mittelländiſche Meer befindet ſich in einem eigenthümlichen Falle. Sein Salzgehalt iſt größer als der aller anderen Meere, und zwar liegt der Grund dieſer Erſcheinung in der eigenthümlichen geographiſchen Lage. Die heißen, trockenen Winde, welche von Süden her über die afrikaniſchen Wüſten kommen, reißen auf ihrem Wege über das Mittelmeer eine bedeutende Menge Waſſerdampf mit ſich, indem ſie ſich förmlich damit ſättigen, und auf dieſe Art entſteht eine Verdunſtung, welche weit den Zuſchuß, welchen die einſtrömenden Flüſſe bringen, überwiegt. Deshalb geht auch immer ein Strom leichteren, weniger geſalzenen Waſſers aus dem Ocean einerſeits und dem ſchwarzen Meer anderſeits in das Mittelmeer hinein. Das Mittelmeer nimmt beſtändig, aber nur ungemein langſam, an Salzgehalt zu; das ſchwarze Meer hingegen, bei welchem die einſtrömenden Flüſſe überwiegen, an Salzgehalt ab. Beſäße man den cubiſchen Inhalt der Gewäſſer beider Meere, ſowie der Flüſſe und Strömungen, die ſich hinein ergießen, nur einigermaßen genau, ſo könnten ſich daraus die Elemente einer Rechnung ergeben, deren Ziel die Beſtimmung des Alters beider Meere ſein würde. Mit den bis jetzt erhaltenen Elementen iſt eine ſolche Berechnung freilich nicht möglich; indeſſen kann man vorausſagen, daß eine ſolche Berechnung zu keinen ſehr großen Zeiträumen führen würde. Alle Erſcheinungen nämlich treffen dahin überein, zu zeigen, daß der jetzige Zuſtand der Erdoberfläche, die jetzt beſtehende Schöpfung und der Menſch mit ihr, nur aus geringer Vorzeit datiren, und daß kaum mehre tauſend Jahre verfloſſen ſind ſeit dem Beginne dieſer neuen Aera in der Geſchichte unſeres Planeten. Je ungeheurer die Zahlen ſind, welche ſich ergeben, ſobald man auf den Uranfang unſeres Planeten zurückzugehen ſucht, um ſo kleiner erſcheinen diejenigen, welche ſich auf den jetzigen Zuſtand beziehen.

§. 72. Die Proportion der Salze, welche ſich in dem Meerwaſſer befinden, ſo wie die Beſchaffenheit dieſer Salze, wechſeln ſo wenig, daß man ſeine Zuſammenſetzung für conſtant annehmen kann. In der Nähe der Küſten

finden sich freilich sehr abweichende Verhältnisse, bedingt durch den Zufluß der süßen Gewässer. So fand Marcet folgende Zusammensetzung, die auf 10,000 Theile Meerwasser berechnet ist, und wobei die in fast unwägbarer Menge vorhandenen Substanzen, wie Jod und Bromverbindungen, außer Acht gelassen sind. Die vorderen Zahlen beziehen sich auf den Forth of Firth, eine Bucht in der Nähe Edinburg's, in welche sich ein Strom süßen Wassers ergießt, die anderen auf den nördlichen atlantischen Ocean.

	Forth of Firth	Ocean
Meersalz	220,01	266,00
Schwefelsaures Natron .	31,16	46,60
Salzsaure Magnesia . .	42,08	95,16
Salzsaurer Kalk . . .	7,93	19,90.

Für sich abgeschlossene Becken können wieder ganz andere Bedingungen ihres Salzgehaltes darbieten, der meist von besondern localen Verhältnissen des Bodens, in dem sie ausgehöhlt sind, abhängt. So enthält das kaspische Meer als Hauptbestandtheil statt Salz schwefelsaure Bittererde. Das merkwürdigste Beispiel einer fast gesättigten Salzlösung, in welcher die meisten Thiere nicht einmal zu Boden sinken können, bietet das todte Meer. Gmelin fand folgende procentische Zusammensetzung in diesem Wasser, das bei + 13 Grad R. ein specifisches Gewicht von 1,2123 besitzt.

Chlorcalcium	3,2141
Chlormagnesium	11,31724
Brommagnesium	0,4397
Chlornatrium	7,07617
Chlorkalium	1,67
Chloraluminium	0,896
Chlormangan	0,2117
Salmiak	0,00715
Schwefelsaurer Kalk	0,0527
Total	24,5398
Wasser	75,4602

§. 73. Der Salzgehalt der Meere, so gering er auch scheinen mag, hat dennoch den größten Einfluß auf dessen physikalische Eigenschaften, die zum Theil wesentlich dadurch von denjenigen des süßen Wassers abweichen. Bekanntlich findet sich der Punkt der größten Dichtigkeit des süßen Wassers nicht an dem Gefrierpunkte, sondern bei + 4°,5 C. Das Wasser, welches diese Temperatur besitzt, ist schwerer als Wasser, welches kälter ist, und bis zu dem Gefrierpunkte dehnt sich die Flüssigkeit immer mehr aus. Aus diesem Grunde gefrieren auch die süßen Gewässer so leicht. Die kälteren Schichten bleiben nämlich oben, während die von + 4°,5 C. zu Boden sinken, und so können die durch die äußere Kälte getroffenen Schichten endlich bis unter

den Gefrierpunkt erkalten und dann in Eis übergehen. Mit dem Meerwasser verhält es sich anders. Sein Gefrierpunkt ist etwa bei — 2°,55 C. Der Punkt seiner größten Dichtigkeit bei — 2°,67 C. Daraus folgt, daß die kalten Schichten des Meerwassers stets zu Boden sinken, mit den unteren wärmeren Schichten sich mengen, und daß so ein Gefrieren des Meerwassers erst dann möglich wird, wenn die ganze Masse durch und durch gleichmäßig erkaltet ist. Das Meer gefriert deshalb nur äußerst schwer, und in der That hat auch Bravais in Hammerfest, wo er überwinterte, beobachtet, daß das Gefrieren der Fiorde im Verhältniß zu der Menge süßen Wassers, die hineinfließt, steht, und daß Fiorde, in welche kein süßes Wasser fließt, fast gar nicht gefrieren, während diejenigen, denen ein Bach zuströmt, mehr oder minder weit vom Ufer gefrieren.

§. 74 Schon oben wurde darauf aufmerksam gemacht, daß der verschiedene Grad von Salzgehalt der Meere einen wesentlichen Unterschied in der Fauna dieser Gewässer bedingt und daß der geübte Zoologe auf den ersten Blick eine Seemuschel von einer Süßwasserconchylie unterscheiden kann. Die Thiere, welche die gesalzenen Meere bewohnen, haben ebenso gut einen bestimmten Habitus, wie diejenigen des Brackwassers und die des süßen Wassers, und derselbe Habitus setzt sich auch in den Fossilen fort. Die Muscheln und Schnecken der älteren Schichten, wie überhaupt die Faunen der verschiedenen geologischen Terrainsfolgen, haben ganz den Habitus, welcher den jetzigen Seethieren zukommt, und wenn auch ihre Formen oft verschieden sind, so läßt sich doch aus dem Gesammtbilde ihrer Organisation schließen, daß sie Gewässer bewohnten, deren Salzgehalt nicht sehr von demjenigen der jetzigen Meere verschieden war. Es ist somit wahrscheinlich, daß die Meere der älteren Zeiten in dieser Beziehung den jetzt auf der Erde existirenden vollkommen glichen, und man sieht auch wieder aus diesem Beispiele, daß man sich nicht in unbestimmte Speculationen ergehen darf, wenn man auf ältere Zustände schließen will, sondern daß man stets innerhalb gewisser Gränzen sich bewegen muß, welche durch das Zusammentreffen der Umstände geboten werden. Es wäre absurd, Meere annehmen zu wollen, welche einen ungemein größeren Salzgehalt gehabt hätten; die aus der jetzigen Schöpfung gezogenen Schlüsse widersetzen sich einer solchen Annahme.

§. 75 Die Meere decken einen weit größeren Flächeninhalt auf der Erde als das feste Land, dies lehrt schon ein flüchtiger Blick auf eine jede Weltkarte. v. Humboldt hat den Flächenraum näher berechnet, und zwar auf folgende Weise. Man theilt bekanntlich die Erdkugel in eine bestimmte Anzahl von Parallelkreisen, die in gleichen Abständen vom Aequator herumlaufen. Diese Breitengrade werden von den Meridianen geschnitten, welche größte Kreise darstellen, die in den Polen einander schneiden und an dem Aequator um einen Grad von einander abstehen. Auf diese Weise ist die Erdkugel

in lauter Trapezoide getheilt, deren Höhe in der Richtung der Meridian dieselbe ist, und deren dem Aequator zugewandte Seite größer ist als die gegen die Pole gerichtete. Wenn man nun den Flächenraum eines Trapezoids in jedem Parallelkreise bestimmt, so kann man daraus den Flächeninhalt eines jeden Parallelkreises und somit den der Erde kennen. Durch eine Zusammenzählung aller Trapezoide, die auf das Meer, und aller, die auf festes Land fallen, sowie durch Abschätzung des relativen Flächengehaltes derjenigen, welche festes Land und Meer enthalten, bekommt man dann eine ziemlich genaue Uebersicht des gegenseitigen Verhältnisses beider Elemente. v. Humboldt ist auf diese Weise verfahren und zu dem Resultate gekommen, daß, wenn man die Oberfläche der Erde = 1 setzt, das Meer 0,734 und das feste Land 0,266 Theile dieser Oberfläche deckt. Das feste Land beträgt mithin nur wenig mehr als ein Viertheil, das Meer beinahe drei Viertheil der Erdoberfläche.

§. 76. Eine andere Methode, das gegenseitige Verhältniß von Meer und Land zu messen, die aber weit weniger rationell als die von Humboldt angewandte ist, besteht darin, auf dickem Papier oder Pappdeckel, welchem die Form eines Globus gegeben worden ist, die Continente und Inseln aufzuzeichnen und dann auszuschneiden. Indem man nun das Gewicht der Ausgeschnittenen mit dem Uebrigbleibenden vergleicht, erhält man eine approximative Schätzung, die aber, wie leicht einzusehen, nie die Sicherheit der andern mathematischen Methode erreichen kann, indeß zu annähernden Resultaten führt. Wie man indessen auch verfahren möge, so bleibt immer einige Unsicherheit wegen unserer unzulänglichen Kenntnisse über die Gegenden in der Nähe der Pole. Wir kennen nicht genug den Umfang des festen Landes, welches sich in der Nähe derselben befindet, und somit wird jedenfalls so lange Unsicherheit in dieser Hinsicht bestehen, bis der Flächeninhalt der Polarländer genau bekannt ist.

§. 77. Das wenige feste Land, welches sich auf der Erde befindet, ist indeß noch obenein sehr ungleich auf derselben vertheilt, und zwar befindet sich in der nördlichen Hälfte ein bedeutend größerer Flächenraum Land als in der südlichen. In der nördlichen Hemisphäre beträgt das Land 0,40 der Gesammtoberfläche, in der südlichen nur 0,12; es verhalten sich demnach diese beiden Oberflächen wie 100 zu 30. Die südliche Hemisphäre hat nicht ein Drittel so viel Land als die nördliche, und die größte Verschiedenheit zwischen zwei Halbkugeln der Erde tritt bei der (Fig. 9.) gegebenen Projektion der Erdkarte hervor. Betrachtet man die Vertheilung des Festlandes nach Zonen, so stellen sich folgende Verhältnisse heraus.

Nördliche kalte Zone 0,25

Südliche kalte Zone 0,? Zur Zeit als Humboldt, dem unsere Angaben entlehnt sind, diese Berechnungen anstellte, war noch kein Land in

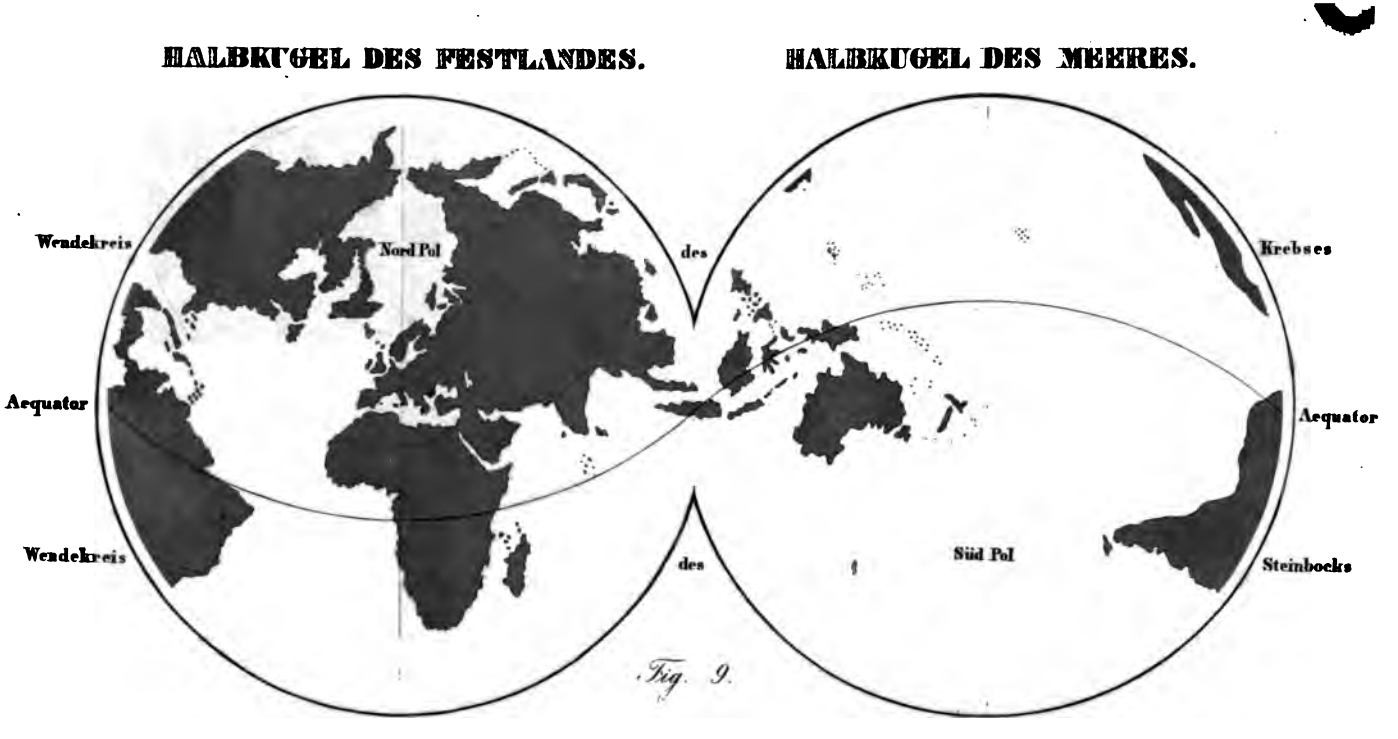

HALBKUGEL DES FESTLANDES.
HALBKUGEL DES MEERES.
Wendekreis
Nord Pol
des
Krebses
Aequator
Aequator
Wendekreis
des
Süd Pol
Steinbocks

Fig. 9.

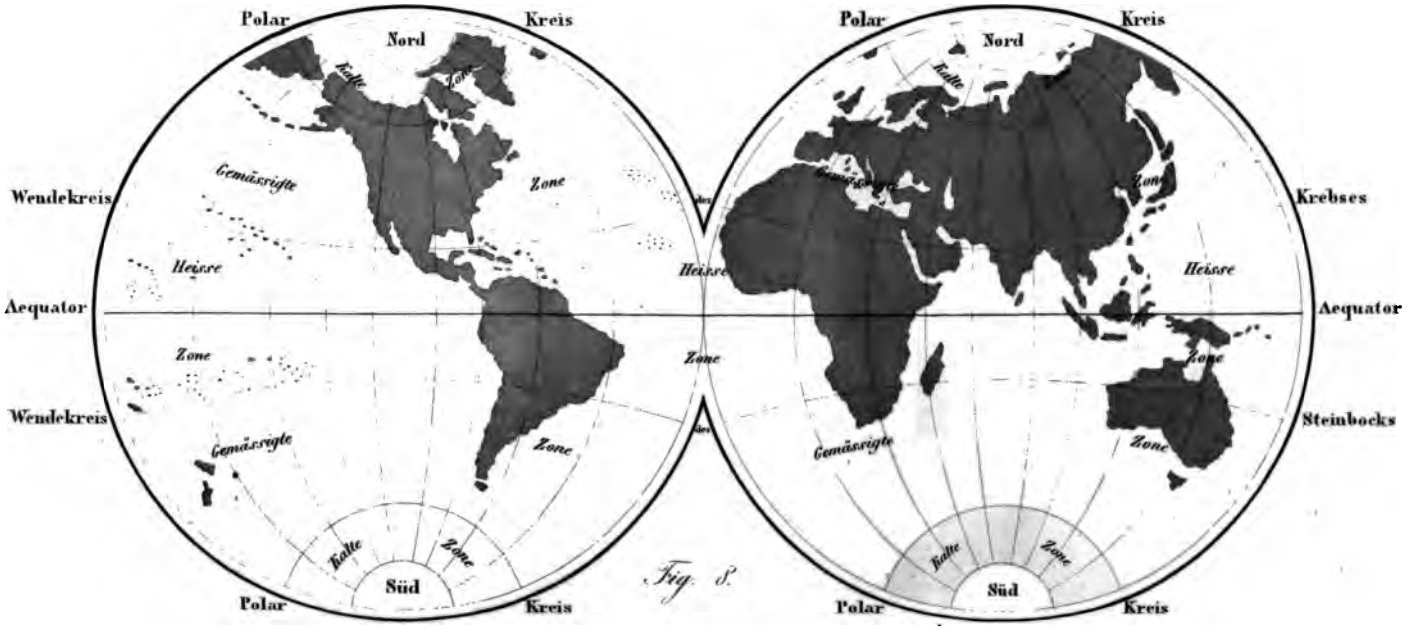

WESTLICHE HALBKUGEL.
OESTLICHE HALBKUGEL.
Polar
Kreis
Nord
Kalte
Zone
Gemässigte
Zone
Heisse
Zone
Wendekreis
Aequator
Wendekreis
Gemässigte
Zone
Kalte
Zone
Süd
Polar
Kreis
Polar
Kreis
Nord
Kalte
Zone
Gemässigte
Zone
Heisse
Zone
Krebses
Aequator
Steinbocks
Gemässigte
Zone
Kalte
Zone
Süd
Polar
Kreis

Fig. 8.

den südlichen Polargegenden bekannt, und Humboldt setzte demnach ganz einfach für die Umgebung des Südpols Null. Jetzt hat man dort das Land Adélie und noch einige andere Küstengegenden entdeckt, so daß wir sicher wissen, daß Humboldt's damalige Annahme irrig war. Wieviel aber dieses südliche Polarland betrage, dies kann auch jetzt noch nicht einmal vermuthet werden.

Nördliche gemäßigte Zone	0,53
Südliche » »	0,07
Nördliche heiße Zone	0,26
Südliche » »	0,24

Ein Blick auf diese Zahlen lehrt schon, daß innerhalb der Wendekreise die Vertheilung des Festlandes auf beiden Hemisphären etwa gleich sei, und daß im Mittel ein Viertel des Flächenraumes dieser Gegend vom Festlande gebildet werde. Der größte Unterschied findet sich zwischen den gemäßigten Zonen; denn während in der nördlichen Zone die Ausbreitung des Festlandes etwas mehr als die Hälfte des Flächenraumes beträgt, so hält sie sich in der südlichen noch unter einem Zehntel.

§. 78 Bei den angegebenen Verhältnissen denkt man sich die Erde nach Parallelkreisen getheilt. Man kann sie aber auch, einem Meridiane zu Folge, in zwei Hälften geschnitten denken, deren eine die alte Welt, die andere die neue Welt in sich faßt (siehe Fig. 8. §. 74.), und wenn man dieser Art von Eintheilung nach die Verhältnisse von Festland und Meer berechnet, so finden sich in der alten Welt 0,36, in der neuen 0,17, d. h. beide Continente verhalten sich etwa wie 100:47. Die alte Welt ist mehr als doppelt so groß als die neue.

§. 79 Man darf indeß bei diesen Betrachtungen nicht vergessen, daß der Flächeninhalt der verschiedenen Zonen nicht so genau mit einander in Verhältniß steht, als man gewöhnlich zu glauben geneigt ist. Man spricht meistens von der kalten Zone im Gegensatze zu der heißen, als wenn beide denselben Flächeninhalt hätten und demnach in vollkommenen Gegensatz zu einander gestellt werden könnten; dies ist aber durchaus nicht der Fall. Wenn man die Gesammtoberfläche der Erde gleich 1000 setzt, so ergeben sich folgende Verhältnisse des Flächeninhaltes der verschiedenen Zonen.

	Eine Zone.	Beide zusammengenommen.
Heiße Zone	199,37455 . . .	398,74910
Gemäßigte Zone . . .	259,15550 . . .	518,31100
Kalte Zone	41,46995 . . .	82,93990
	500,00000	1000,00000

Die heiße Zone, welche die Gegend innerhalb der Wendekreise begreift, mißt bekanntlich bei einer Breite von 23 Graden und einigen Minuten. Eine leichte geometrische Deduction genügt aber, um zu zeigen, daß der

Flächeninhalt, welcher zwiſchen dem 30ſten Grade nördlicher und ſüdlicher Breite liegt, genau ebenſo groß iſt als der Flächeninhalt der beiden nach den Polen zu gelegenen Hälften zuſammengenommen. Nun geht aber der 30ſte Grad durch das nördliche Afrika und die Länder, welche dieſem Klima entſprechen. Ueberall in dieſem Breitengrade ſind die Variationen des Klimas unbedeutend, der Unterſchied zwiſchen Sommer und Winter nur gering, und die Schwankungen um die mittlere Temperatur klein. Wir können demnach behaupten, daß die Erde in zwei gleiche Hälften getheilt iſt, deren eine wie ein breiter Gürtel den Aequator umfaßt, während die andere Hälfte der Oberfläche an die beiden Pole vertheilt iſt. Der Aequatorialgürtel hat eine faſt conſtante Temperatur; an den Polarhälften finden ſich die ſo ſehr verſchiedenen Klimate. Das meiſte Feſtland befindet ſich innerhalb des Aequatorialgürtels, wo auch die üppigſte Vegetation und die reichſte Entfaltung thieriſchen Lebens ſich entwickeln.

8. Abſolute Höhe verſchiedener Punkte auf der Erde.

80. Das Meer bildet, vermöge ſeiner eigenthümlichen Natur als Flüſſigkeit ein conſtantes Niveau auf ſeiner ganzen Oberfläche, das indeß nicht ſo leicht zu beſtimmen iſt als ſich auf den erſten Blick glauben ließe. Zwei Urſachen ſind es namentlich, welche eine beſtändige Oscillation des Meeresſpiegels unterhalten: die Winde und die Ebbe und Fluth, welche letztere bekanntlich aus zwei verſchiedenen Urſachen entſteht, einerſeits durch die Anziehung, welche die Sonne, und dann namentlich durch die Attraction, welche der Mond auf die Gewäſſer ausübt. Die Sonnenfluth iſt bei weitem unbedeutender als die Mondesfluth; beide wechſeln zweimal während eines Tages mit einander ab. Da aber ein Sonnentag und ein Mondtag nicht genau mit einander correſpondiren, ſo trifft es ſich auch, daß die mannigfachſten Combinationen der beiden Fluthen mit einander entſtehen. Die höchſte Fluth tritt natürlich dann ein, wenn beide Fluthen mit einander zuſammenfallen, die niedrigſte, wenn beide um 6 Stunden von einander entfernt ſind. Die Höhe der Fluthen iſt indeß weder in allen Meeren, noch auch in allen Theilen deſſelben Meeres gleich; — man beobachtet die größten Verſchiedenheiten, die meiſt von localen Einflüſſen und Hemmniſſen abgeleitet werden müſſen. In dem Mittelmeer z. B., das nur ein kleines, ringsum geſchloſſenes Becken darſtellt, iſt auch die Ebbe und Fluth ſo gering, daß ſie meiſt ganz unter den durch den Wind bedingten Oscillationen verſchwinden. In dem Ocean ſind ſie bedeutend größer; an den Küſten Frankreichs, namentlich aber an der Mündung des Kanals außerordentlich hoch. In St. Malo, vor allen aber in Grandville, kommen mit die höchſten Fluthen auf der Erde vor, und der Spielraum, innerhalb deſſen ſie ſich bewegen, oder mit anderen Worten, der Unterſchied

zwiſchen der größten Fluth und der niedrigſten Ebbe beträgt in Granville bis 15 Meter. In einigen kleinen Buchten an der ſchottiſchen Küſte ſoll dieſer Höhenunterſchied ſogar bis 20 Meter betragen. Im Mittel kann man den Spielraum von Ebbe und Fluth auf einen bis zwei Meter anſchlagen; ſo bedeutende Ausnahmen, wie die erwähnten, hängen meiſt von localen Verhältniſſen ab, und zwar namentlich an den angeführten Küſtenpunkten des Kanals von dem Andrange der ungeheuren Waſſermaſſe des Oceans gegen die enge Oeffnung, an welcher der empfundene Widerſtand die Wellen anſchwellt.

§. 8 Die mittlere Höhe eines Meeresſpiegels kann demnach nur durch Beobachtungen feſtgeſtellt werden, welche mit großer Genauigkeit Jahre lang fortgeſetzt wurden. Wäre freilich nur der Einfluß der Ebbe und Fluth und die daraus hervorgehende ſtete Veränderung des Niveaus, ſo könnte die Beſtimmung noch leichter ſein, da dieſe Faktoren wenigſtens eine conſtante Wirkung äußern. Allein die Richtung der Winde und die Kraft der Winde kommt hier ebenfalls in's Spiel, und dies Element iſt bekanntlich ein ſehr veränderliches. Jeder vom Lande kommende Wind drückt das Niveau des Waſſers an der Küſte herab; jeder Seewind macht daſſelbe ſchwellen, und es iſt leicht begreiflich, daß an Küſten, wo beſtändige Paſſatwinde in unabänderlicher Direktion wehen, das Niveau conſtant entweder erhöht oder erniedrigt ſein muß, während an andern Orten, wo die Winde ſich ändern und bald mit, bald gegen die Fluth arbeiten, die größten und mannichfachſten Schwankungen und Oscillationen aus dieſen complexen Verhältniſſen hervorgehen.

§. 8 Dieſe verſchiedenen localen Einflüſſe ſind auch Urſache, daß die einzelnen Meere durchaus nicht daſſelbe Niveau haben, ſondern oft ſehr beträchtliche Unterſchiede zeigen. So befindet ſich das conſtante Niveau des rothen Meeres bei weitem höher als dasjenige des Mittelmeeres, und der Unterſchied zwiſchen dem höchſten Stande des rothen und dem niedrigſten Stande des mittelländiſchen Meeres beträgt nicht weniger als 9,91 Meter, mithin etwa 30 Fuß. Der Unterſchied zwiſchen dem tiefſten Stande des rothen Meeres und dem höchſten des Mittelmeeres wird zwar einige Meter weniger betragen, allein immer noch bedeutend genug ſein, um einem Canal, den man durch die Landenge von Suez ſtechen würde, einen bedeutenden Fall zu verſchaffen, der ſogar größer ſein würde, als derjenige des Nilfluſſes. In einem ſolchen Canal würden alſo die Gewäſſer mit ziemlich bedeutender Schnelligkeit aus dem rothen Meer gegen das Mittelmeer ſtrömen. Dieſer Unterſchied zwiſchen zwei Meeren, welche einander ſo nahe liegen, fällt mit Recht auf, wird aber weniger merkwürdig, ſobald man die gegenſeitigen Verhältniſſe der beiden Becken in's Auge faßt. Das rothe Meer hängt durch eine weite Oeffnung mit dem indiſchen

Ocean zusammen, dessen Fluthwellen sich in seinen langen Canal fortsetzen und dort durch die Einengung und den Widerstand verstärken, wodurch natürlich das allgemeine Niveau des rothen Meeres schon erhöht werden muß. Ferner streichen von dem indischen Oceane die Passatwinde fast beständig gegen Norden und erheben dadurch das Niveau des rothen Meeres ebenfalls um ein gewisses Quantum. Endlich noch steht das Mittelmeer in eigenthümlichen Localverhältnissen, welche die Verdunstung auf seiner Oberfläche sehr bedeutend erheben. Die heißen Winde der Wüste, die aus Gegenden kommen, wo es fast nie regnet, wo die Erde trocken ist, entreißen dem Mittelmeere eine ungeheure Menge von Wasserdämpfen, welche sie auf ihrem Zuge gen Norden wieder verlieren. Schon bei der Discussion des Salzgehaltes der einzelnen Meere wurde bemerkt, daß eben dieser lebhaften Evaporation wegen das Wasser des Mittelmeeres gesalzener sei als das anderer Meere; seine Evaporation überwiegt den Zuschuß, den es beständig an süßem Wasser empfängt, sein Niveau erniedrigt sich, und daher erklären sich auch die Strömungen, welche beständig aus dem großen Ocean durch die Meerenge von Gibraltar und aus dem schwarzen Meere durch die Dardanellen und das Meer von Marmora in das Mittelmeer sich ergießen, und von denen die erste bis nach Egypten hin merklich ist. Diese Strömungen schon weisen auf das Deutlichste nach, daß die Niveaus des schwarzen Meeres, sowie des Oceans, erhabner sind als die des Mittelmeeres; und dieser Fall muß noch mehr eintreten hinsichtlich des rothen Meeres, da hier mehre Ursachen in derselben Wirkung zusammentreffen, nämlich in Erhebung des rothen Meeres und Erniedrigung des Mittelmeeres.

83. Wenn schon Meere, welche mit einander zusammenhängen, oder die nur wenig entfernt sind, bedeutende Unterschiede in ihrem Niveau zeigen, so kann es nicht befremden, daß bei isolirten Becken diese Unterschiede noch weiter gehen, und daß es mehre solcher größerer oder kleinerer Wasseransammlungen giebt, welche sogar tiefer liegen als das Meer. An den Rhonemündungen schon giebt es Lachen und größere Seen von brakischem und salzigem Wasser, deren Niveau bedeutend tiefer liegt als das Mittelmeer, was sich leicht begreift, wenn man bedenkt, daß in diesen Becken die Verdunstung eben so stark ist wie im Mittelmeer, während doch kein Zuschuß, wie dort, vorhanden ist.

84. Ein bekanntes Beispiel von einer Depression unter das Niveau des Oceans ist das Becken des caspischen Meeres. Man nahm früher an, daß der Spiegel dieses gesalzenen Binnensees etwa 300 Fuß tiefer läge als das Niveau des schwarzen Meeres, und man sprach viel von dieser großen Depression und von den Verhältnissen, welche dieselbe bedingt haben könnten. Alex. v. Humboldt, der sich viel mit dem Gegenstande beschäftigt und die Messungen und Nivellirungen, welche gemacht wurden,

genau revidirt hat, bringt als Endreſultat heraus, daß die Depreſſion nur 24,75 Meter betrage, und neuere Beobachtungen reduciren die Zahl gar noch auf 11,8 M. Man ſieht daraus, wie viel auf alle die übertriebenen Declamationen zu halten iſt, die man über dieſe vermeintlich ungemein große Einſenkung in der Erdrinde gemacht hat. Es liegt im Allgemeinen in der Natur der Dinge, daß man die vertikalen Maaße übertreibt, die horizontalen verkürzt; allein in dem ſpeciellen Falle iſt man hierin doch zu weit gegangen. Das Becken des caspiſchen Meeres iſt eigenthümlich geſtaltet; es iſt, namentlich nach Norden hin, ungemein ſeicht, und in der Nähe der Einmündung der Wolga z. B. kann man Stunden weit im Waſſer vorangehen, ohne daß man eine merkliche Vertiefung des Beckens wahrnimmt. Es iſt begreiflich, daß eine ſolche Einrichtung die Verdunſtung ungemein befördert, und da die Flüſſe, welche das Meer nähren, verhältnißmäßig nur klein ſind, ſo iſt es natürlich, daß das Niveau ſich tiefer ſtellt als in anderen Becken. Das Verhältniß brauchte ſich bloß umzudrehen, und die Flüſſe müßten etwas mehr Waſſer zuführen als verdunſtet, ſo würde man bald das Niveau ſich erheben und dasjenige des ſchwarzen Meeres erreichen ſehen. Die Ausdehnung des caspiſchen Meeres würde dann freilich bei weitem größer ſein, da die umliegenden Ufer nur ſehr ſchwaches Gefälle haben; allein kein Menſch würde dann die Depreſſion erſtaunlich finden. Kurz, wenn man nur das Augenmerk nicht auf die, durchaus von localen Verhältniſſen abhängige Füllung des caspiſchen Beckens mit mehr oder weniger Waſſer richtet, ſondern die Bildung dieſes Beckens ſelbſt in's Auge faßt, abgeſehen von ſeinem Waſſergehalte, ſo verliert das ganze Phänomen das Außerordentliche, was man lange daran hat finden wollen.

§. 8 Eine weit bedeutendere Depreſſion als diejenige des caspiſchen Meeres findet ſich am todten Meere. Man hat die Meſſungen auf verſchiedene Arten, theils trigonometriſch, theils barometriſch ausgeführt, und alle dieſe verſchiedenen Syſteme haben zu Reſultaten geführt, die ziemlich nahe mit einander übereinſtimmen. Einige Beobachter ſprechen von einer Depreſſion von nur 407 Metern; S. von Berthoud, der die fleißigſten und genaueſten Beobachtungen gemacht zu haben ſcheint, giebt 419 Meter. Ruſſegger 426,71 Meter. Man erſieht aus dieſen verſchiedenen Angaben, daß hier die Depreſſion in der That ſehr bedeutend iſt, und daß man wohl bei dem todten Meere die großen Phraſen anwenden könnte, welche man ſo unnütz hinſichtlich des caspiſchen Meeres verſchwendete. Nicht minder auffallend iſt es, daß das todte Meer auch zugleich an Salzgehalt alle andern übertrifft. Das todte Meer hat keinen Ausgang, die ſtattfindende Evaporation hält dem Zufluſſe des Jordan das Gleichgewicht. Das Thal des Jordans ſelbſt iſt zum großen Theile unterhalb des Niveaus des mittelländiſchen Meeres gelegen, und der See Tiberias ſogar findet ſich noch unter-

halb dieſes Niveaus. Eine ſolche Erſcheinung iſt nur erklärlich durch die ungeheure Evaporation, die in dem heiligen Lande ſtattfindet, und deren Effekt, wie bekannt, noch dadurch vergrößert wird, daß es in jenem Lande faſt nie regnet. Befände ſich der Thalkeſſel, deſſen tiefſter Punkt von dem todten Meere erfüllt iſt, in unſeren Gegenden, ſo würde derſelbe bis zu dem Niveau des Meeres ſich füllen, und ſomit die ganze Gegend unter Waſſer ſtehen. Ganz Judäa würde freilich nicht unter Waſſer kommen, denn Jeruſalem und viele andere Punkte liegen noch hoch über dem Meere, und Jericho mag etwa in gleichem Niveau mit dem Meere ſich befinden. Das Profil des heiligen Landes iſt demnach eines der merkwürdigſten, das man kennt, eben weil ein ſo tiefes Becken und ein ganzer Fluß unterhalb des Niveaus des Meeres liegen, das nur durch eine Bergkette von wenigen Stunden Breite davon getrennt iſt.

Fig. 10.

§. 86. Die meiſten Binnenſeen und Binnenmeere liegen oberhalb des Niveaus des Meeres und zwar in ſehr veränderlichen Höhen. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß ein See um ſo niedriger liegt, je größer er iſt, und daß in bedeutenden Höhen ſich nur kleinere Waſſeranſammlungen befinden. Es läßt ſich dies ſehr leicht aus der Configuration der Bergketten und der Thäler begreifen; breite Thäler finden ſich ebenfalls meiſt nur in der Tiefe, während in den höheren Gegenden im Allgemeinen nur ſchmale Thalriſſe vorkommen. Die Kenntniß der abſoluten Höhen, in welchen die Waſſeranſammlungen ſich finden, iſt in ſofern beſonders wichtig, als damit auch die abſolute Höhe der Ufer gegeben iſt, und man ſich ſomit einzig nach dieſen Angaben ſchon eine Idee von der Configuration eines beſtimmten Landes machen kann, ſo wie der Höhe der hauptſächlichſten Städte, welche an den Ufern liegen.

§. 87. Abſolute Höhe in Metern.

Todtes Meer . . .	— 419	unter dem Meeresſpiegel		Aſien.
Caspiſches Meer . .	— 11, 8	„ „ „		
Aralſee	+ 10,91	über „ „		
Baikalſee	432,69			
Gardaſee	71		Lombardei.	
Lago maggiore	226			
See von Lugano	300			

Abſolute Höhe in Metern.		
Genferſee	375	Die hier aufgezeichneten Waſſerbecken welche alle in der ebenen Schweiz ſich finden, zeigen zugleich, daß das Niveau dieſer Gegend etwa in 400 Meter abſoluter Höhe ſich findet, und es braucht nur geringer Reflexion und der Zugabe einiger Meter an den geeigneten Orten, um ungefähr ſogleich die Höhe der hauptſächlichſten Städte der Schweiz danach angeben zu können.
Bodenſee	398	
Züricherſee	409	
See von Wallenſtadt . .	435	
» » Zug	436	
» » Neuchâtel . . .	437	
» » Vierwaldſtätten .	437	
» » Thun . . 579		In der gebirgigen Schweiz, wo noch weit höher gelegene Seen vorkommen.
» » Brienz . . 580		
» » Annecy . . 444		Savoyen.
Schwarzſee . . . 1054		Vogeſen.
Weißſee 950		
See von Ladoga		Nördliches Rußland. Liegen kaum einige Meter über dem Meere, und geben ſo die Höhe des ganzen weiten Plateaus, welches ſich von Petersburg bis zum weißen Meere erſtreckt.
» » Onega		
» » Ontario . . 72,80		Seen in Nordamerika, zwiſchen Canada und den Vereinigten Staaten. Alle dieſe Seen liegen in dem nämlichen Thalzuge, ſind gleichſam nur tiefere Löcher in der Rinne des St. Lorenzfluſſes, der ſie mit einander verbindet.
» » Erie . . . 173,24		
» » Michigan und Huronenſee . . . 182,40		
Der Obere See . . . 192,15		

Die Seen der europäiſchen Alpen ſind indeß bei weitem nicht die höchſten auf der Erde Der See von Titiaca in den Anden des ſüdlichen Amerika's liegt in einer Höhe von 3899 Meter nach den Angaben Alex. v. Humboldt's, und der heilige See des Indus in der Kette des Himalaya, der See von Mapam und Lanka gar in einer Höhe von 5180 Meter über dem Meere. Dieſer letztere See iſt mehre Monate des Jahres hindurch gefroren und iſt den Hindus hauptſächlich deswegen heilig, weil, ihrer Anſicht nach, die 4 heiligen großen Flüſſe in ſeiner Nähe entſpringen. Der See von Titiaca bietet ziemlich intereſſante Localverhältniſſe. Die Bergkette der Anden ſteigt ſehr ſteil aus dem Meere an, ſo daß er in horizontaler Richtung nur wenige Stunden vom Ufer entfernt iſt. Ein Ausfluß nach dem Meere hin würde einen unerhörten Fall und ſomit eine unermeßliche Geſchwindigkeit beſitzen. Ein ſolcher exiſtirt aber nicht. Der See liegt im Hintergrunde eines ſchmalen Längsthales; ein Bach entſtrömt ihm, der ſich in einen zweiten kleineren See ergießt, in welchem dann das Gleichgewicht zwiſchen Verdunſtung und Zufluß ſich herſtellt, ſo daß aus dieſem zweiten See kein Abfluß Statt findet. Das Verhältniß zwiſchen dieſen beiden Seen iſt etwa ein ähnliches, wie das zwiſchen dem See Tiberias und dem todten Meer; erſterer empfängt auch durch den Jordan mehr Waſſer als er verdunſtet, in letzterem erſt ſtellt ſich das Gleichgewicht her. Nur iſt bei dem See von Titicaca die Höhe über dem Meere ungeheuer und auch der obere See

der bedeutendere, während das todte Meer gerade größer als der See Tiberias und seine Höhe eine negative ist.

§. 88. Zur Vergleichung der relativen Verhältnisse der verschiedenen Accentuirungen des Bodens ist eine Kenntniß der absoluten Höhen der bewohnten Punkte namentlich sehr wichtig. In Frankreich finden wir folgende Höhen der bedeutendsten Städte.

Paris. Der Nullpunkt des Flußmessers am	Meter.	
Fuße der Brücke von Tournelle nach einigen		Die tiefe Lage von Paris ist sehr auffallend. Es folgt daraus, daß die Seine bis nach Havre nur sehr wenig Fall haben kann.
Messungen	22,63	
Nach einer Triangulation von Havre aus .	27,60	
Andere Angaben	26,10	
Im Mittel nimmt man gewöhnlich an . .	26,00	
Das Becken des Barometers am Observatorium	65,00	

Blois . .	102	Meter.	
Poitiers .	118	»	
Straßburg	144	»	
Bourges .	157	»	
Chartres .	158	»	
Metz . .	160	»	(Die umgebenden Plateaus etwa 200 Meter.)
Lyon . .	162	»	
Mâcon .	170	»	
Nancy .	196	»	
Norvins .	203	»	
Lunéville .	228	»	

Man darf hierbei nicht übersehen, daß die relative Höhe von Lyon und Straßburg mit wenigem Unterschiede die nämliche ist, was insofern merkwürdig ist, als beide Städte an zwei großen Flußgebieten, Rhein und Rhone, etwa in ähnlichen Verhältnissen sich finden. Die eine am Zusammenfluß von Ill und Rhein, die andere am Winkel von Rhone und Saône. In Italien möchten, zur Kenntnißnahme des Flußgebietes des Po, folgende Punkte wichtig sein.

Mailand	119,81	Meter.
Trema	79,56	»
Verona	59,08	»
Mantua	15,78	»
Padua	11,17	»

Spanien ist im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland; besonders reich an Hochebenen, und aus diesem Grunde schon ist seine Temperatur nicht so hoch, als man wohl glauben sollte. Die Lage des Escurial in 1052 Meter Höhe, und die von Madrid, die 608 Meter beträgt, beweisen hinlänglich diese Behauptung.

Die Ebenen im Norden Deutſchlands dagegen liegen ſehr tief; ein ganzer Strich Landes längs den Küſten der Nord- und Oſtſee erhebt ſich kaum über 40 Meter; Berlin liegt auf 29—32 Meter abſoluter Höhe.

Das allmähliche Anſteigen des deutſchen Landes nach innen zu zeigt ſich leicht aus folgenden Höhenangaben. Dresden 90 Meter, Göttingen 134, Caſſel 158. — Das innere Plateau von Würtemberg, Baiern und Oeſterreich ſchwankt zwiſchen 340 bis gegen 500 Meter. — Ulm 369, Regensburg 362, Wien 133, Salzburg 452, Augsburg 475, München 538. — In ähnlicher Höhe finden ſich die Gegenden des Erzgebirges und Thüringer Waldes (Freiberg in Sachſen 372 Meter), während Böhmen ein verhältnißmäßig tiefes, rings umſchloſſenes Becken bildet, wo Prag nur 179 Meter abſoluter Höhe zeigt. Die bedeutende Niederung der ungariſchen Ebenen bis zum Ausfluſſe der Donau zeigt ſich ſchon aus der geringen Höhe von Wien.

Dieſelbe Erſcheinung von wenig erhabenen und ungeheuer weit ausgedehnten Ebenen ſetzt ſich, nur in weit größerem Maßſtabe, in das Innere Rußlands fort, und die Waſſerſcheide zwiſchen dem ſchwarzen Meere und kaſpiſchen Meere einerſeits und den nördlichen Meeren anderſeits wird weniger durch eine Bergkette als vielmehr durch ein Plateau gebildet, das nur allmählich äußerſt ſanft anſteigt, ſo daß der Punkt der Scheidung kaum genauer beſtimmt werden kann. Auf der Höhe dieſes Plateaus liegen die folgenden Punkte.

	Meter.	
Pinsk . . .	132	
Osmiana . .	287	
Moscau . .	92—111	
Perm . . .	113	
Kaſan . . .	18	Das Becken des Barometers am Obſervatorium in Kaſan hängt in 58,4 Meter abſoluter Höhe.
Smolensk . .	263	
Miask . . .	302	
Slatuosk . .	359	
Katharinenburg	246	

Ebenſo gering als die Erhöhung der Ebenen des europäiſchen Rußlands iſt diejenige der ſibiriſchen Ebenen. Dieſes ungeheure Land bietet eine unendliche Fläche, die erſt weit im Süden ſich allmählich nach dem Altai erhebt. Die mittlere Höhe dieſer Ebenen von Sibirien beträgt nach Humboldt 78,84 Meter. Der Lauf der Lena ergiebt folgende Zahlen:

Quelle der Lena im Altai .	662.
Lena bei Tamenofsk . . .	347.
» » Kirenz	237.
» » Jakutzk	94.

Andere Punkte Sibiriens und des Altai:

	Meter.	
Tobolsk . .	35	An der chinesischen Grenze. Auf eine Länge gleich derjenigen Europa's finden sich demnach nur etwa 250 Meter Fall.
Der hohe Irtisch	253	
Platask . .	260	Im Altai. Der See von Telezk soll etwa ähnliche Verhältnisse, hinsichtlich seiner Lage und Vegetation darbieten, wie der Brienzersee im Berner Oberlande.
See von Kolivaw	309	
UstKamengorsk	257	
See von Telezk .	518	

Bengalen und das Pendschab bilden gleichsam die Lombardei Asiens; ein glückliches Land, am Fuße einer hohen Bergkette ausgedehnt, von reichen Strömen bewässert. Seine Erhebung in den ebeneren Gegenden ist wenig beträchtlich. Lahore liegt bei 233 Meter, Delhi bei 253 Meter absoluter Höhe.

Wenn nach beiden Meeren zu die Erhebung Asiens wenig beträchtlich ist, so verhält sich dies anders mit Centralasien, auch abgesehen von den ungeheuren Bergketten des Himelaya, die wir später betrachten werden. Selbst die Wüsten Centralasiens liegen ungemein hoch; diejenige der großen Bucharei zum Beispiel in 585 Meter absoluter Höhe; Balk in 546; Bokhara in 370 Meter.

Eben so ist der Süden und Westen bedeutend erhöht, Jerusalem zeigt 805 Meter über dem Meere; in Persien finden sich folgende Ergebnisse.

Erivan	1075	Meter.
Teheran	1222	»
Ispahan . . .	1341	»
Schiras	1360	»
Tabris	1510	»
Erzerum . . .	1657	»

Die so bedeutende Erhöhung des persischen Plateaus scheint selbst die Erklärung der historischen Begebnisse der Vorzeit zu liefern, indem es leicht begreiflich ist, daß ein Volk, wie die Perser, welche auf einem erhabenen Plateau wohnten, kräftiger und kriegerischer gesinnt waren als die in den tiefen Ebenen wohnenden Babylonier und Mesopotamier, deren Reiche sie überflutheten und zerstörten.

---

89. Alex. v. Humboldt hat eine eigenthümliche Art der Bestimmung der Höhe eines Plateaus vorgeschlagen, die namentlich dann von Vortheil ist, wenn es sich darum handelt, die Erhebungen der Continente im Großen über den Plateaus zu bestimmen. Man sucht zu diesem Ende so genau als möglich die verschiedenen Punkte auf, welche etwa in derselben Horizontalebene liegen, nimmt das Mittel zwischen den höchsten und tiefsten Punkten und gelangt so zu einer Zahl, welche die Höhe des Plateaus

ausdrückt, die vorhanden wäre, wenn alles geebnet und verſtrichen wäre. Humboldt hat folgende, uns hier intereſſirende Mittelzahlen gegeben:

	Meter.
Das Plateau der Auvergne . .	339
» » von Baiern . .	507
» » » Spanien . .	682
» » » Myſore . .	897— 998
» » » Caracas . .	936
» » » Perſien . .	1169—1364. Beludſchiſtan findet ſich etwa in derſelben Höhe.
» » » Papayan . .	1754
Unteres Plateau von Abyſſinien .	1861 (Plateau des Sees Tzana.)
Südliches Afrika	1949
Plateau der Nilgherries . . .	2066
Oberes Plateau von Abyſſinien .	2160 (Plateau von Axum.)
Plateau von Kelat	2534
Boden des Beckens von Kaſchmir	1639—1797 nach verſchied. Autoren.
Plateau der Kobi Wüſte. Centrale Aushöhlung	780
Mittlere Höhe . . .	1286
Höchſte Punkte . .	1657—1754
Plateau zwiſchen dem Himalaya und dem Kuenlün	3508—3898

Die verſchiedenen Höhen des Amazonenſtromes geben einen deutlichen Begriff von dem öſtlichen Plateau Südamerika's, das gerade nicht ſehr erhaben iſt.

	Meter.
Amazonenſtrom beim Austritte aus den Anden in Schamaya	438
» bei Tomepeuda	403
Plateau von Cincinnati	156—162
» » Mexico	2277
» » Peru (Höhe der Stadt Quito)	2908
» » Titiaca (Stadt Puno)	3912.

Ein flüchtiger Ueberblick dieſer Zahlen lehrt ſchon, daß die Centraltheile der Continente meiſt ſehr erhaben ſind, und daß in dieſer Beziehung Aſien und Amerika einander ſo ziemlich die Wage halten. Die höchſten Plateaus von einiger Ausdehnung trifft man noch im Himalaya und den Anden; auch die von dieſen hohen Bergketten mehr oder minder abhängigen Ebenen ſind meiſt noch Hochebenen, und, da ſie meiſt dem Aequator nahe liegen, herrliche Länder voll üppiger Vegetation mit ſchöner, meiſt gleichmäßiger Temperatur, in welche man ſogar die Kranken der tiefer liegenden Gegenden zu ſchicken pflegt. So die Plateaus von Caracas und

Popayan, von Mexico und Quito in den Anden; die von Myſore, K
mir und den Nilgherries an den verſchiedenen Abhängen des Himal

In Afrika fehlt es ebenfalls nicht an Hochgebirgsländern, deren E
bung oft ſo bedeutend iſt, daß trotz der ſüdlichen Lage die klimatiſ
Verhältniſſe nicht ſehr von denjenigen unſerer gemäßigten Klimate verſ
den ſind, wie denn dies von den abyſſiniſchen Gegenden, namentlich
Axum, hinlänglich bekannt iſt.

Wenig erhaben ſind die weiten Länderſtriche Nordamerika's und
Ebenen des öſtlichen Südamerika's, die vom Amazonenfluſſe und
Orinoko durchzogen werden. Der Marañon hat von Schamaya an
zum Meere auf eine Länge von 580 Stunden nur einen Fall von
Metern, was eben nicht viel ſagen will.

§. 90. Um richtige Anſichten von der Configuration eines Landes zu ha
genügt es aber nicht nur nicht, ſeine allgemeine Erhebung zu kennen, n
muß auch wiſſen, wie hoch die Berge ſind, welche in demſelben hervorra

In der Nähe von Paris erreicht keine Höhe nur 200 Meter:
höchſten Punkte ſind:

			M
Höhen ſüdlich von Meudon			
Wald von Montmorency			
Bedeutendſte Höhe zwiſchen Paris und dem Meere			
Wald von Avaloing bei Alençon			4
Im Inneren Frankreichs	Puy de Jancy in d. Kette des Mont d'Or		1
	Dôme de Cantal		1
	Der Mezen		1
	Puy de Dôme		1
Belchen von Gebeweiler (Ballon de Guebwiler)	Vogeſen		1
Elſaſſer Belchen (Ballon d'Alſace)	Vogeſen		1
Feldberg	Schwarzwald		1
Blauen	Schwarzwald		1
Schneekoppe im Rieſengebirge			1
Fichtelberg im Erzgebirge			1
Brocken im Harz			1
Snowdon in Wales			1
Ben Nevis in Schottland			1
Gurrane tual in Irland			1
Sneehättan in Norwegen			2
Hecla	Island		1
Eyafiella Jekul	Island		1
Beerenberg	Island		2
Veſuv			1

	Meter.
. . . . .	3314
e rotondo (Corſica)	2672
e Velino in den Apenninen	2393
in Griechenland	2066

n den Pyrenäen finden ſich eine Menge hoher Gipfel, die alle etwa Meter erreichen; lange Zeit hielt man den Canigou an der ſpaniſchen e für den höchſten, da er ganz iſolirt ſteht und ſomit von allen n her einen weit bedeutenderen Effekt macht, als die anderen höhern , die gleichſam nur ſpitzenartig über die hohe allgemeine Mauer her- en.

Pic de Nethou, an welchem der berühmte Gletſcher der Malabetta ſich findet . .	3404	Meter.
Mont Perdu	3351	»
Vignemale	3298	»
Canigou	2785	»

ie Provence hat einige, ihrer Ausſichten wegen ſehr berühmte Berg- , welche indeß nichts weniger als ſehr hoch ſind und ebenfalls nur Iſolirung wegen ſo erhaben ſcheinen.

Mont Ventoux	1960	Meter.
Mont Leberon	1124	»
Montagne de Ste. Victoire	940	»

ie ſüdlichen Alpen zeigen weit bedeutendere Erhebungen; namentlich ſich zwiſchen dem Departement der Iſère und demjenigen der Hoch- eine mehr iſolirte Gruppe bedeutender Gipfel, welche nahe an 4000 erreichen.

Der Obious	2912	Meter.
Mont Viſo	3846	»
Grand Pelvoux . . .	3934	»
Pointe d'Arcines . . .	4105	»
Aiguille du midi	3986	»
Le Sure	1924	»
Dent de Granier . .	1938	»

er Jura bleibt, gegen dieſe Höhen gehalten, nur eine niedrige Berg- ſeine Gipfel bleiben meiſt in einer Erhebung von 1400 bis 1600 n; die höchſten ſind folgende:

Crête de la neige .	1723	Meter.
Reculet	1720	»
Dôle	1683	»

ie höchſten Gipfel Europa's kommen in den Alpen vor, wir haben dort:

	Meter.	
Montblanc . .	4811	in seiner Nähe eine Menge von Gipfeln i 3000 Meter, wie z. B. der Buet 3109.
Monte Rosa .	4737	
Finsteraarhorn .	4362	
Jungfrau . .	4180	
Ortles . . .	3918	
Großglockner . .	3790	

Noch höher schwingt sich der Kaukasus hinan, und wenn man die wie manche Geographen thun, zu Europa rechnen wollte, so wären die höchsten Gipfel Europa's zu suchen.

Elbruz	Oestlicher Gipfel .	5613 Meter.
	Westlicher Gipfel .	5637 »
Kasbek		5038 »
Ararat		5220 »

Weit weniger hoch ist der Ural nebst den Gebirgen, die gegen Nor hin seine Fortsetzung bilden, wozu man selbst, trotz der einigermaßen schiedenen Richtung, die Insel Novaja Zembla rechnet. In diesen Ke zeigen sich von Süd nach Nord folgende Höhen:

Iremel	1546	Meter.
Großer Taganai .	1097	»
Obdorskberge . .	1520	»
Novaja Zembla .	1062	»

Ueberhaupt kommen auf dem ganzen europäischen Continente zwis dem Harz und dem Ural keine höheren Berge vor als der Thurmberg Danzig von 333 und das Plateau der Waldai-Kette im Inneren R lands von 214—257 Metern Höhe.

Anders verhält es sich in Asien, wie die nachfolgenden Zahlen Centralasien und Kamtschatka beweisen.

Bielokha	Altai	. . . . .	3352	Meter.
Tigraski		. . . . .	2274	»
Vulkan von Kliantschesk	Kamtschatka	.	4804	»
» » Schivelontsch		.	3214	»
Taktalu dagh			2241	»
Porus			3000	»
Vulkan des Argaens			3992	»
Hassan dagh			2436	»

Die höchsten Gipfel der Erde endlich finden sich in dem Himalaya, da die beiden ersten der anzugebenden Höhen mittelst trigonometris Messungen bestimmt sind, so kann man zu denselben Vertrauen haben.

Dſchamalari	7917	Meter.
Dſchavahir	7847	»
Dhawalagiri	8556	»
Höchſte Spitzen der Gates auf der Küſte von Malabar	1728	»
» » » Nilgherries	2565	»

Einige japaniſche Vulkane ſteigen bis zu 3700 Meter an; der Mauna Roa auf den Sandwichinſeln bis zu 4141, und der Piton de neige auf der Inſel Bourbon zu 3707 Meter.

Vom Inneren Afrika's kennt man nur wenig, und namentlich die höheren Berge nach dem Aequator zu ſind durchaus unbekannt. Nur ſeit der franzöſiſchen Occupation Algiers hat man den Nordrand dieſes Landes einigermaßen genauer kennen gelernt; den Atlas mit ſeinen teraſſenförmigen Abhängen hat man ſeit dieſer Zeit genauer ſtudiren können. Das Innere Algeriens, die Ebenen unmittelbar längs des Strandes ausgenommen, iſt im Allgemeinen ein hohes Gebirgsland, die höchſten Plateaus ſind diejenigen, wo ſich die bekannten Salzſeen finden, und dieſe Höhe wechſelt etwa zwiſchen 800 — 1100 Metern. Setif, das mitten auf dieſen Plateaus liegt, zeigt etwa die letztere Erhebungszahl. Die übrigen bedeutenderen Städte liegen meiſt unterhalb dieſer Plateaus auf der zweiten Teraſſe des Atlas, einige aber um deshalb höher als man erwarten ſollte, weil ſie auf mehr oder minder iſolirten Felſen angebracht ſind, wo die Vertheidigung leichter iſt. So findet ſich Conſtantine in 664 Meter Höhe, Medea bei 920, Tlemcen bei 500, Blidah bei 263 M. abſoluter Höhe

Die bedeutendſten Berge Algeriens und Marocco's finden ſich in der Atlaskette. Der höchſte iſt der Berg Miltz in Marocco, der manchmal das ganze Jahr hindurch Schnee zeigt und ſich bis zu 3475 Meter abſoluter Höhe hinanſchwingt. Merkwürdiger Weiſe liegt dieſer Berg nebſt dem Pik von Muſaïa, der 1597 Meter Höhe erreicht, faſt genau in einer geraden Linie, die man ſich vom Pik von Teneriffa gegen den Aetna gezogen denkt. Andere hohe Punkte ſind noch: der Derdſchera in der Provinz Algier, 2100 Meter hoch, der Schuerium in der Provinz Conſtantine, 1727 Meter hoch, und endlich der Mkhila, 1440 M. hoch, in der Nähe von Tunis.

Lange Zeit hindurch hielt man die Cordilleren Amerika's, namentlich den Chimboraſſo, für die höchſten Gipfel der Welt; in der That ſind auch die Höhen derſelben nicht gering, und da ſie meiſt trigonometriſch gemeſſen ſind, ſo verdienen die Angaben vieles Vertrauen.

Nevada de Sorada	7696	Meter.
» » Illimani	7576	»
Gualtieri	6705	»

Vulcan von Ocucagna	7071	Meter.
Chimboraſſo	6530	»
Vulkan von Cotopaxi . .	5753	»

Alle dieſe Gipfel liegen in den Anden Peru's und Chili's; die C
leren Mexiko's ſteigen im Popocatepetl bis zu 5400 Metern Höh
und es iſt merkwürdig, daß alle dieſe hohen Gipfel ſich erſt von e
Plateau aus erheben, deſſen Höhe im Verhältniß zum Gipfel etwa
iſt. So ſteigt die Nevada de Sorada von dem Plateau des Sees
Titiaca, der Chimboraſſo von dem Plateau von Quito, der Popoca
von demjenigen von Mexiko aus, und wie wir oben ſahen, ſtehen
Plateaus etwa in gleichem Höhenverhältniß zu den darüber hervorr
den Gipfeln.

Lange Zeit galt der Pik von Teneriffa, 3710 Fuß hoch, für den
ſten Berg, und zwar hauptſächlich deswegen, weil er ſich mit ſeiner
unmittelbar aus dem Meere erhebt und deshalb den überraſchendſten
druck macht. Der neuentdeckte Vulkan Erebus, in der Nähe des
pols, der mitten im Eiſe von Kapitän Roß in Thätigkeit gefunden w
hat eine Höhe von 3779 Metern.

92. Zur Charakteriſtik einer Bergkette gehört aber nicht nur die Ken
ihrer Spitzen und Thäler, ſondern auch diejenige ihrer Päſſe, d. h
Uebergänge, welche man von einer Seite zur andern findet. Selten f
ſich die Bergſpitzen iſolirt, und deshalb iſt auch das alte Syſtem
Zeichnung der Landkarten, wonach die Ketten ausſahen, wie Reihen
Maulwurfshügeln, deren einer an dem andern gelagert iſt, ein dur
verwerfliches. Die Bergketten bilden im Gegentheile gleichſam
Mauern, die bis zu einer gewiſſen Höhe, und zwar meiſt bis zur H
ihrer abſoluten Höhe eine continuirliche Maſſe bilden, über welch
dann, gleich Zinnen, die einzelnen Spitzen erheben. Wären die C
iſolirt bis auf den Grund, wie man es in den alten Karten darſ
und nicht vielmehr Zähnelungen, welche zwiſchen den Einſchnitten
Päſſe emporſtehen, ſo würde man ſich wahrlich die Mühe nicht ge
men haben, über Höhen von 2000 und mehr Metern Kunſtſtraße
führen, die Millionen koſteten. Sehr merkwürdig aber bleibt es,
die Päſſe einer jeden Kette ſich in gewiſſen Höhengränzen halten un
ſogar eine überraſchende Gleichförmigkeit in dieſer Hinſicht darbieten.

Päſſe.			
Port d'Oo . .	Pyrenäen	. .	3002 Meter.
» vieil d'Eſtoubé		. .	2561 »
» de Pinède		. .	2499 »

Päſſe.	Meter.	
de Bonhomme	2446	Alle um den Montblanc herumgelegen.
» Ferret . .	2329	
» Balme .	2302	
» Seigne .	2462	
» Géant .	3426	Im Innern der Kette des Montblanc.
e St. Théodule	3410	Am Fuße des Matterhorns.

Große Alpenpäſſe.

Furka	2530	Meter.
Große St. Bernhard	2491	»
Kleine » »	2192	»
Mont Cenis . . .	2066	»
Col de Tenda . .	1795	»
Simplon	2005	»
St. Gotthard . .	2075	»
Splügen	1925	»
Brenner	1420	»

der Kaukaſus iſt relativ zu ſeiner Höhe weit tiefer eingeſchnitten, als lpen; ſo beträgt der Paß von Guda nur 2446 Meter.
im Himalaya kommen Päſſe von 5600 Meter Höhe vor; in den n halten ſie ſich etwas über 4000 Meter.

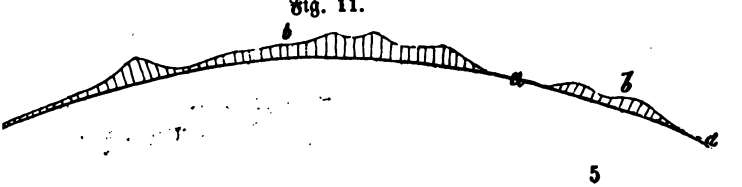
Alto de los Hueſſos .	Cordilleras	. .	4137 Meter.
Tolapalca		. .	4290 »
Gualillas		. .	4520 »
Paquani		. .	4641 »

9. Volumverhältniſſe.

§. 9

ine weſentliche Frage, die in Beziehung auf die feſte Kruſte des örpers noch aufgeworfen werden kann, iſt die über das Volumen der inente, die aus dem Waſſer hervorragen. Die Oberfläche des Meeres einen vollkommenen Bogen, der ſich als Kugelfläche darſtellt, die inente und Inſeln mit ihren unregelmäßigen Formen und Höhen aus dieſer Fläche hervor, und es thut oft Noth zu wiſſen, welche e und namentlich, welches Volumen dieſe feſten Hervorragungen ha- Die Methode der Berechnung iſt leicht; ihre Ausführung ſehr ſchwie- nd langweilig.

Fig. 11.



Gesetzt, in der beistehenden Figur bedeute *a a* die allgemeine Oberfläche des Meeres, *b b* zwei Continente, die über dieselbe hervorragen. Man theilt nun, um das Volumen dieser Continente zu kennen, dieselben durch lauter senkrechte Linien in ebenso viele Prismen, als man nöthig findet, um die verschiedenen Höhen der Continente auszudrücken und berechnet die Grundflächen dieser Prismen. Hat man diese bestimmt, so braucht man sie nur mit der mittleren Höhe der Prismen zu multipliciren, um das cubische Volumen eines jeden Prisma zu erhalten und daraus dann durch Addition der einzelnen Prismen das Volumen eines jeden Continents zu erhalten. Alex. von Humboldt hat sich mit vieler Ausdauer diesen mühevollen Berechnungen unterzogen, die besonders darum so schwierig sind, weil namentlich die Höhenangaben für viele Gegenden noch äußerst mangelhaft sind.

1. Die erste Bedingung zur Vervollständigung der Rechnung ist die Kenntniß des Flächeninhaltes der Continente und der verschiedenen Zonen, welche sich in denselben, namentlich je nach der wechselnden Höhe der einzelnen Parthien, unterscheiden lassen. Alex. von Humboldt hat auch diese einzelnen Daten mit vielem Fleiß gesammelt und mit großer Gründlichkeit und großen Scharfsinn berechnet. In seinen Zahlen nimmt er die Seestunde als Basis an; Beaumont hat dieselben auf Quadrat-Kilometer reducirt, da dieses Maß ein jetzt durchaus angenommenes ist. Um indessen die hier gegebenen Zahlen leicht in alle möglichen Maße umsetzen zu können, folgt hier das Verhältniß der Quadrat-Seestunde zu den übrigen in's Quadrat erhobenen geographischen Maßen.

Eine Quadratseestunde ist = 1,5625 Quadratst. (lieues de France).
(lieue marine carrée) = 0,5625 Geographisch. Quadratmeilen.
= 9,0000 Quadratseemeilen.
= 11,9716 Englischen Quadratmeilen.
= 30,8642 Quadratkilometer.

2. Wenn man, mit d'Aubuisson, die Abplattung der Pole zu $\frac{1}{305}$ annimmt, so beträgt die Oberfläche der ganzen Erde 509885700 Quadratkilometer.

Alex. von Humboldt hat die Abplattung zu $\frac{1}{302{,}78}$ angenommen und erhält deshalb auch eine etwas geringere Zahl von 508175069 Quadratkilometer.

Es wurde schon früher angeführt, daß das feste Land etwa 0,276 der ganzen Oberfläche der Erde, d. h. etwas mehr als ein Viertel derselben einnimmt, während das Meer die übrigen drei Viertel oder genauer 0,724 der Oberfläche bedeckt; berechnet man diese Zahlen nach der d'Aubuis-

son'schen Annahme der Abplattung, so erhält man für den Flächeninhalt des festen Landes und des Meeres folgende Zahlen:

Festland	= 135629400	Quadratkilometer.
Meere	= 374256300	» »
Ganze Oberfläche	= 509885700	» »

§. 9 Für die einzelnen Continente ergeben sich nun folgende Flächenräume:

Europa	9382718	Quadratkilometer.
Asien	41543216	» »
Beide Continente zusammen	50925934	» »
Afrika	29567910	» »
Nordamerika	18734570	» »
Südamerika	17623450	» »
Die alte Welt, Europa, Asien und Afrika zusammen	80493844	» »
Amerika	36358020	» »

Die alte Welt ist demnach etwa doppelt so groß als Amerika und der Flächeninhalt der Continente auf der östlichen Halbkugel bedeutend größer im Verhältniß zu den Meeren. Die Grenze Europa's ist an dem Ural genommen, beide Erdtheile aber, Europa und Asien, bilden unter dem physikalischen Gesichtspunkt nur einen großen Continent, Afrika einen zweiten, Nordamerika einen dritten und Südamerika einen vierten; denn der Zusammenhang zwischen beiden letzteren, deren Flächeninhalt etwa gleich ist, scheint nicht größer durch die Landenge von Panama, als der von Asien und Afrika durch diejenige von Suez. Balbi in seiner Geographie giebt Zahlen, die einigermaßen von denen Humboldt's abweichen, wahrscheinlich rechnet er die Binnenmeere und Buchten als Festland, während Humboldt diesen Größen Rechnung trägt. Balbi's Zahlen sind deshalb etwas größer als die Humboldt'schen; er giebt an:

Europa	9578180	Quadratkilometer.
Asien	41522633	» »
Der ganze Continent	51100813	» »
Amerika	37880650	» »

§. 9 Nach den Humboldt'schen Berechnungen, die in mehren seiner Werke sich zerstreut finden, ergeben sich nun folgende Zahlen für den Flächeninhalt der einzelnen Parthien der Continente.

Frankreich mit Corsica	527686	Quadratkilometer.
Die pyrenäische Halbinsel, Spanien und Portugal	564815	» »
Deutschland	658924	» »
Die Ebenen der Ostsee, Sarmatiens und		

Rußlands, oder das ganze nördliche Flachland bis zum Ural	4876543	Quadratkilometer.	
Das Becken der Seine oberhalb Paris mit allen seinen Zuflüssen	43270	»	»
Die Alpen, vom Meere an bis nach Oestreich	83333	»	»
Die Pyrenäen	23604	»	»
England (ohne Schottland und Irland) .	140000	»	»
Böhmen	45000	»	»
Die Schweiz	33900	»	»
Die sibirischen Ebenen	12345674	»	»
Die Wüste Kobi	1296204	»	»
Der Perus mit dem Ararat und dem ganzen Plateau des Hindukusch . . .	256172	»	»
Der Kaukasus	83333	»	»
Der Altai im Westen des See's Telesk .	135803	»	»
Der Ural	104803	»	»
Das persische Plateau	833333	»	»
Das chinesische Bergland	1679014	»	»
Centralasien, die große Bucharei ꝛc. . .	7407407	»	»
Die Kette der Anden südlich von der Landenge von Panama	1820988	»	»
Die südamerikanischen Ebenen im Osten der Anden	13104900	»	»
Das Flußgebiet des Amazonenstromes .	8037030	»	»
Die Pampas, das Gebiet des La Plata und Patagonien	4172840	»	»
Das Flußgebiet des Orinoko	895062	»	»
Das Küstenland westlich von den Anden, Peru und Chili	987715	»	»
Die gesammten Ebenen Südamerika's, an beiden Abhängen der Anden . . .	14092646	»	»
Die gebirgigen Gegenden Brasiliens, Venezuela ꝛc.	2839506	»	»
Das gesammte Gebirgsland Südamerika's	3530803	»	»
Die englischen Besitzungen in Nordamerika, Canada, Labrador, Neusüdwales . .	6327161	»	»
Die nordamerikanischen Freistaaten und			

zwar das Gebiet zwiſchen den Alleghanis und dem Miſſiſippi	1561728	Quadratkilometer.	
Das Gebiet zwiſchen dem Miſſiſippi und den felſigen Bergen, Rocky mountains	2237657	»	»
Das Flußgebiet des Miſſiſippi, zwiſchen Alleghanis und Rocky mountains . .	3799883	»	»
Guatimala und Mexico	2870370	»	»
Die Gebirge von Guatimala und Mexico	1296204	»	»
Die Rocky mountains	185278	»	»
Die nördliche Fortſetzung der Anden Südamerika's, Cordilleren von Mexico und Rocky mountains zuſammen genommen	1481481	»	»

§. 9 Die Methode der Vertheilung eines Continentes in eine gewiſſe Anzahl prismatiſcher Stücke, deren Baſis und mittlere Höhe man kennt, und die daraus gewonnene Schätzung des Volumens eines ſolchen Continentes kann nur dann genau werden, wenn man neben den ſpeciellſten Höhenangaben von ungemein viel Punkten das genaue Maß des Flächeninhaltes beſitzt.

Eine ſolche Arbeit wäre möglich für Länder, von denen man höchſt genaue, in's Einzelnſte gehende Karten und ebenſo vervielfältigte genaue Höhenangaben hätte, wie z. B. für diejenigen Theile von Frankreich, über welche die neueſte Generalkarte ſich erſtreckt. Die Punkte, deren Höhe über dem Meere beſtimmt iſt, ſind ungemein zahlreich, und indem man ſie durch Linien und Dreiecke verbindet, erhält man eine Menge von dreiſeitigen Prismen, deren Grundfläche vom Meere gebildet wird und deren mittlere Höhe aus der Vergleichung der Höhe der drei bekannten Punkte der Oberfläche hervorgehen würde. Der Fehler, der auf dieſe Weiſe in der Abſchätzung der mittleren Höhe der einzelnen Prismen gemacht würde, muß um ſo kleiner werden, je näher die Punkte des Dreiecks bei einander liegen, und je weniger die Höhen dieſer Punkte ſelbſt von einander abweichen, indem dann zugleich die Garantie gegeben iſt, daß das in dem Dreiecke umſchriebene Land ebenfalls eine ziemlich gleichförmige entſprechende Höhe hat.

§. 9 Im Allgemeinen iſt bei Berechnungen dieſer Art zu bedenken, daß die vorragenden Parthien des feſten Landes, namentlich die Hochplateaus, abgeſtutzten Pyramiden gleichen, deren Baſis ungemein groß im Verhältniß zu ihrer Höhe iſt. Die Seiten dieſer Pyramiden fallen mehr oder minder ſteil gegen die tiefer liegenden Gegenden ab. Bei einer genau in das Einzelne gehenden Berechnung müßte dieſer allmählichen Abdachung Rechnung getragen werden; allein es läßt ſich leicht nachweiſen, daß der

Fehler nicht groß iſt, wenn man, ſtatt einer abgeſtutzten Pyramide von ſehr geringer Höhe, das Plateau wie ein Parallelepipedum anſieht, deſſen Seitenwände ſenkrecht ſind, und demnach einfach, um das Volumen des Hochplateaus zu finden, ſeine Grundfläche mit der mittleren Höhe multiplicirt. Je geringer die Höhe der Pyramide iſt, deſto mehr nähert ſich ihr Volumen demjenigen des einfachen rechtwinklichen Parallelepipedes. Die den Mathematikern bekannte Formel, wonach man den Inhalt einer ſolchen Pyramide berechnet, ergiebt dies ſchon; man kann es ebenſo leicht durch eine Figur beweiſen.

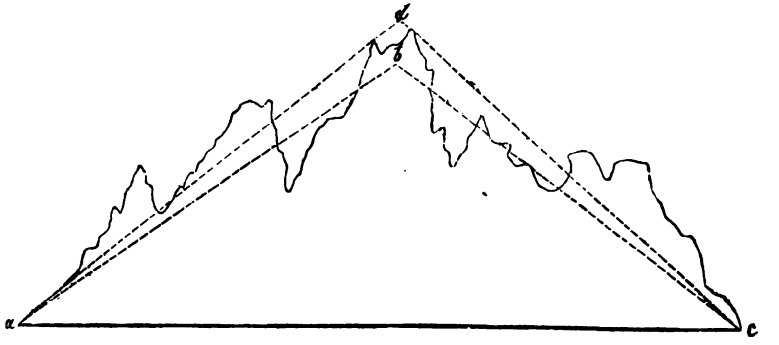
Geſetzt, *a b c d* ſei eine ſolche abgeſtutzte Pyramide, ſo ergiebt ſchon der Augenſchein, daß die Zufügung der Winkel *a e b* und *c f d* keinen großen Unterſchied für das Volumen macht; zumal da in dem gegebenen Falle auf den Plateaus und den vorragenden Theilen der Erdoberfläche ſtets ſich Aushöhlungen, Flußbetten und Becken finden, denen man bei Beſtimmung der mittleren Höhe nicht Rechnung tragen konnte, und die deshalb für das zu Viel, was man durch die Ergänzung der Ecken der Pyramide erhält, eine Compenſation bilden.

Fig. 12.

100. Anders verhalten ſich die eigentlichen Bergketten. Dieſelben mathematiſch auf eine abgeſtutzte Pyramide reduciren zu wollen, wäre gewiß unthunlich, indem ſie viel eher einem liegenden dreiflächigen Prisma verglichen werden können. Bei einigen Bergketten kann dieſe Reduction mit ziemlicher Schärfe ausgeführt werden, weil ſie mit ziemlich gleichmäßigen Abhängen anſteigen, in ihrer Mitte zu bedeutender Höhe ſich erheben und auf der andern Seite ebenſo regelmäßig wieder abfallen. Weit ſchwieriger aber wird dieſe Operation, wenn mehre Ketten hinter einander folgen, die durch tiefe Einſchnitte, weite Thäler und bedeutende Riſſe von einander getrennt ſind, wie dies in der That bei vielen Ketten der Fall iſt. Hier tritt dann, ſelbſt bei der größten Menge genauer Höhen- und Flächenangaben, ſtets ein willkürliches Element mit in die Berechnung herein, und es hängt mehr oder weniger von der geiſtigen Anſchauung, oft auch von der perſönlichen Bekanntſchaft des Berechners mit der Bergkette ab, wie hoch er die durch ſolche Thäler und Sättel gegebenen leeren Räume anſchlagen und unter welchem Winkel er die Seiten ſeines Prisma's neigen will, die in einem gegebenen Mittelpunkte zuſammenſtoßen. Es iſt klar, daß bei der Bergkette, deren Durchſchnitt wir hier beizeichnen,

der eine Beobachter das Dreieck *a b c*, der andere das Dreieck *a d c* als Durchſchnitt des Prisma's annehmen kann, welches den Cubikinhalt der Bergkette darſtellen ſoll, je nachdem die Thäler und Vertiefungen dem Einen bedeutender im Verhältniß zu den Höhen ſcheinen als dem Andern.

Fig. 13.

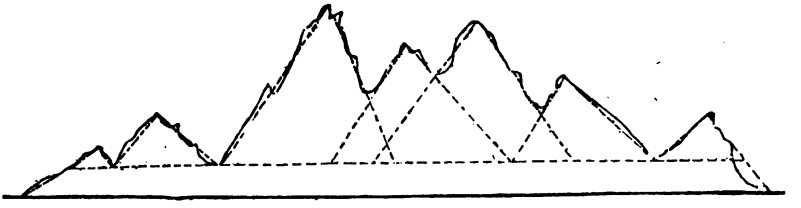


§. Bei Bergketten, deren größte Erhebung etwa in der Mitte ihres Durchſchnittes liegt, kann auch die Reduction auf einen von krummen Flächen begrenzten Körper mit Vortheil angewandt werden. Die Länge der Ketten iſt meiſt weit bedeutender als ihre Breite, und dieſe wieder unendlich viel größer als ihre Höhe. Berechnet man nun den Flächeninhalt ihrer Baſis aus Länge und Breite und begreift man dann die mittleren Höhen der verſchiedenen Punkte der Kette in einer ellipſoidiſchen Curve, deren Biegung und größte Höhe man leicht beſtimmen kann; ſo wird man ziemlich annähernde Reſultate für die Berechnung des Volumens erhalten. Dieſe Curve erhebt ſich dann etwa in gleicher Weiſe, wie die Kette von der Grundfläche, die durch das Meer gebildet wird, erreicht ihre größte Höhe an einem gegebenen Punkte und ſenkt ſich dann auf der andern Seite wieder gegen das Meer hinab. Freilich hängt auch hier wieder die Beſtimmung und Schätzung des Verhältniſſes zwiſchen Thälern und Höhen von dem Berechner ab; vielleicht aber wird man nicht ſo weit von der Wahrheit abweichen, wenn man für die größte Höhe des Scheitels der Curve die mittlere Höhe der Päſſe annähme, welche ſich in der Hauptkette finden, und nun, je nach den phyſiſchen Verhältniſſen des Gebirgszuges, nach beiden Seiten hin die Curve abwärts führte.

Fig. 14.

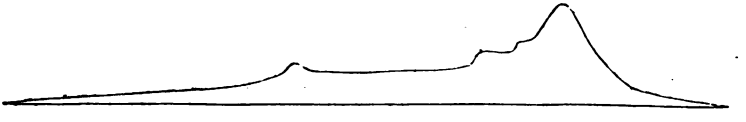
102. Bei anderen Bergketten endlich müßte noch ein weit complicirteres Verfahren eingehalten werden, indem zuweilen die höheren Gipfel gar nicht in der Mitte, ſondern auf der Seite liegen, und die Einſchnitte und Thäler ſo tief ſind, daß ganze Stücke gleichſam als iſolirte Haufen feſter Maſſe daſtehen. In ſolchen Fällen bliebe dann nur übrig, die ganze Kette in eine gewiſſe Anzahl von Pyramiden zu zerlegen, deren Grundflächen ſich berühren und aus dieſen einzelnen Pyramiden dann den Geſammtinhalt der Kette zu berechnen.

Fig. 15.



103. Es geht aus allem Geſagten hervor, daß die Beſtimmung des Volumens der Gebirgskette, wie man dieſelbe auch angreifen möge, ſtets vielen Schwierigkeiten unterworfen ſein wird, die ſich eben beſonders aus der Unregelmäßigkeit ihres Reliefs ergeben. Um dieſe Ungewißheit ſo wenig ſichtbar als möglich zu machen, hat Alex. von Humboldt bei Beſtimmung des Volums der Continente eine andere Methode befolgt, welche für die genauer bekannten Theile der Continente ebenſo große Schärfe und Sicherheit darbietet, als die hier erwähnten, und bei den weniger bekannten Regionen der Länder den Vortheil gewährt, daß ſie weniger Veranlaſſung zu bedeutenden Fehlern giebt. Humboldt geht dabei von der Thatſache aus, daß die Bergketten eigentlich nur einen kleinen Theil der Continente bilden, deren Hauptfläche von Ebenen eingenommen iſt, bei welchen die Beſtimmung der mittleren Höhe und der Grundfläche, mithin aller zu Berechnung des Volums nöthigen Elemente, bei weitem leichter und zuverläſſiger iſt als diejenige der Bergketten. Der Durchſchnitt eines Continentes würde in der That etwa folgende Figur darbieten.

Fig. 16.



Mehre Abſtufungen von ebenen Gegenden, über welche ſich eine oder mehre Bergketten erheben — dies iſt das Bild der meiſten Continente. Nun berechnet Humboldt zuerſt die einzelnen Abſtufungen der weiten ebenen Flächen und aus dieſen die mittlere Höhe des geſammten Conti-

entes mit Ausschluß der Bergketten, und dann berechnet er, so gut es
hen mag, das Volum der Erhöhungen, welche diese allgemeine Basis
betragen. Denkt man sich nun, daß diese Erhöhungen abgetragen, pul-
erisirt und gleichförmig über den schon nivellirten Continent ausgebreitet
ürden, so erhält man als Resultat die genaue mittlere Höhe des Con-
inentes und damit auch seinen Cubikinhalt. Ein Beispiel wird diese Art
er Berechnung erläutern. Frankreich hat eine mittlere Höhe von 156
Metern, mit Ausschluß der Pyrenäen. Wenn alle kleineren Höhen im
Inneren Frankreichs abgetragen, die Vertiefungen damit ausgefüllt, die
Meeresufer senkrecht erhöhet würden, so erhielte man zuletzt eine Scheibe
on der jetzigen Größe Frankreichs, die 156 Meter über dem Meere erha-
en wäre und überall mit senkrechten Wänden in dasselbe abfiele. Wür-
en aber die Pyrenäen abgetragen, gepulvert und über diese ganze Fläche
leichmäßig vertheilt, so würde der Boden noch um 35 Meter mehr er-
öhet werden, und demnach die mittlere Höhe Frankreichs mit Einschluß
er Pyrenäen 191 Meter betragen, während die große Masse Frankreichs
hne dieselbe nur eine Erhebung von 156 Metern bietet.

Humboldt hat dieselbe Art der Berechnung für die meisten Conti- §. 104
ente und ihre Bergketten ausgeführt, und gelangt endlich zu dem allge-
meinen Resultate, daß die mittlere Höhe sämmtlicher Continente etwa 308
Meter betrage, daß mithin eine Scheibe von dieser Höhe und von dem
Flächeninhalte sämmtlicher Continente ein Volumen darbieten würde, wel-
ches demjenigen des gesammten Festlandes gleichkommen würde. Das
Innere Afrika's ist freilich so wenig bekannt, daß die darauf bezüglichen
Rechnungen nur sehr schwankende Resultate darbieten können; allein da
Humboldt für die übrigen Continente zu fast völlig gleichen Ergebnis-
sen gekommen ist, so glaubt er mit Recht annehmen zu dürfen, daß auch
Afrika an dieser Mittelzahl wenig ändern würde. Im Ganzen ist diese,
auf langwierige Rechnungen und unendlich viele Einzelresultate ge-
stützte Mittelzahl weit kleiner als man erwarten sollte und als man an-
zunehmen gewöhnt war. Laplace hatte seiner Zeit, ohne eine genauere
Berechnung zu geben, die mittlere Höhe der Continente über dem Meere
auf 1000 Meter geschätzt; man sieht, wie weit er von der Wahrheit ent-
fernt war. Ein solcher Irrthum ist indeß durchaus verzeihlich und in der
Natur der Sache begründet; wir sind gewohnt, die Höhen bedeutend zu
überschätzen und die horizontalen Ausdehnungen der Ebenen, welche doch
die größte Flächenausbreitung darbieten, so niedrig als möglich anzuschla-
gen, so daß in unserem Geiste die Bergketten stets weit größer und aus-
gedehnter erscheinen als sie in der That sind.

Das Festland bildet indeß, wie schon oben angegeben wurde, nur einen §. 10
kleinen Theil der Oberfläche der Erde, während die Meere mehr als drei

Viertel einnehmen. Man berechnet im Allgemeinen den Halbmesser der Erde indem man die Meeresfläche als Erdoberfläche annimmt und die Erhebung des Festlandes über denselben ganz außer Acht läßt. Nimmt man aber an, daß alles Festland und Meer zusammen nivellirt und auf eine gleichförmige Oberfläche reducirt wäre, oder, mit anderen Worten, daß das überstehende Festland geschleift und in das Meer geworfen würde, so lange bis dieses letztere in seinem Niveau erhöhet wäre bis zu demjenigen des Festlandes, so würde dadurch ein gleichförmiges Niveau hervorgebracht, welches um 77 Meter höher als das jetzige Meeresniveau wäre. Ein Zuschuß von 77 Metern aber zu der ganzen Länge des Erdhalbmessers ist eine durchaus verschwindende Größe.

06. Wir sehen daraus, wie klein das Gebiet ist, über welches die Geologie sich ausdehnen kann. Kaum ein Viertel der Erdoberfläche liegt ihr offen und auch hier nur kann sie eine Masse erforschen, die im Mittel etwa 308 Meter Dicke hat. Freilich ist dies nur wenig, wenn es sich um die Erforschung der Verhältnisse des gesammten Erdkörpers handelt, von welchem das Innere und drei Viertheile der Oberfläche uns ewig verschlossen bleiben werden. Allein trotz dieser Beschränkung von materieller Seite gelingt es der Geologie, sich weiter auszudehnen und ihr geistiges Gebiet zu vergrößern; sie dringt in die Tiefen des Meeres und, von den gewonnenen Thatsachen ausgehend und auf diese fußend, giebt sie sichere Aufklärung selbst in Fragen, deren Lösung sie unmittelbar nicht erreichen kann. Der Boden des Brunnens von Grenelle liegt tief unter der Meeresfläche; allein nichts desto weniger wußte die Geologie voraus, daß er gelingen müßte, und gab zum Voraus mit vollkommener Sicherheit an, was man bei seiner Bohrung finden würde.

07. Nicht minder wichtig als die Frage nach dem Volumen der Continente ist diejenige über das Volumen des Meeres. Bekanntlich hat man in neuester Zeit an mehren Stellen, der Südsee namentlich, Sondagen angestellt, welche bis 10,000 Meter Tiefe gingen; wir können mit Sicherheit annehmen, daß bedeutende unterseeische Strecken sich finden, welche mehr als 6000 Meter Tiefe besitzen, und man wird wohl nicht weit von der Wahrheit abgehen, wenn man diese Zahl als die mittlere Tiefe des Meeres annimmt. Ein flüchtiger Ueberblick lehrt hier schon, daß bei so ungeheuren Verschiedenheiten zwischen der Oberfläche einerseits und der Tiefe des Meeres und der Höhe der Continente andrerseits, die Masse der letzteren gegen diejenige der Meere durchaus verschwinden müsse; zumal da diese Tiefe von 6000 Meter als die allgemeine und 10,000 Meter gar nicht als die absolut größte Zahl angenommen werden darf. Freilich erreichen manche Berge des Festlandes auch eine Höhe, welche dieser Tiefe des Meeres fast gleichkommt; allein dies sind nur einzelne, isolirte Punkte,

die gegen die allgemeine große Tiefe der Meere kaum in Betracht kommen. Man würde deshalb ſehr irren, wenn man annehmen wollte, wie zuweilen geſchehen iſt, daß das Profil des Meeresbeckens demjenigen des Feſtlandes, wenn es umgekehrt würde, etwa gleichkäme. Eine ſolche Annahme ginge ebenſo weit an der Wahrheit vorbei, wie irgend eine andere, durchaus ohne Grund aufgeſtellte Behauptung. Wollte man vielmehr ein Profil entwerfen, welches zum Beiſpiel einen Durchſchnitt durch einen, auf beiden Seiten vom Meere umfloſſenen Continent hätte, ſo würden ſich die mittleren Berge etwa wie ein ſpitzer, ſchmaler Zuckerhut ausnehmen, von welchem aus ſanfte wenig geneigte Linien allmählich ſich ſenkend ausgehen und endlich unter demſelben verſchwinden. Die Continente würden etwa wie große platte Scheiben, wie Durchſchnitte von Schilden erſcheinen, auf deren Mitte eine ſpitze Erhöhung ſich findet und deren Ränder ziemlich ſchnell unter die Oberfläche des Meeres einfallen, um dort ſich in bedeutender Tiefe etwa gleichförmig hinzuziehen.

Fig. 17.

Eine ſolche Form der Continente wird noch ſtets befördert durch die §.
zerſtörenden Einflüſſe der Atmoſphäre, ſo wie namentlich durch die eroſive Einwirkung des Waſſers. Die Gewäſſer, welche von den höheren Punkten der Continente nach dem Meere hinſtrömen, löſen immer eine ungemeine Quantität feſter Beſtandtheile auf, ſchwemmen viele Subſtanzen mit ſich herab, um ſie auf ebenem Boden bei langſamerem Laufe wieder abzuſetzen, und der Enderfolg dieſer ſteten zerſtörenden Thätigkeit der Gewäſſer iſt eine ſtets zunehmende Nivellirung des Bodens und Ausgleichung ſeiner vorragenden Theile.

Die Dicke der Continente iſt ſo unbedeutend, und das Relief, welches §.
die Berge bieten, im Verhältniß zu dem Erdhalbmeſſer ſo gering, daß es unmöglich wäre, dieſelbe auch bei einem großen künſtlichen Globus fühlbar zu machen. Bei einer Kugel von 30 Centimeter (1 Fuß) Halbmeſſer würde die ganze Dicke der Lage, in welcher das Relief der Continente ausgebreitet werden müßte, nicht mehr betragen als die Dicke einer gewöhnlichen Firnißlage, mithin würde das Relief gar nicht darſtellbar ſein. Um dies geringe Volumen der Continente noch fühlbarer zu machen, braucht man nur zu bemerken, daß ein aus der Erdkugel geſchnittenes Stück, das an der Oberfläche nur 450 Meter breit wäre und deſſen Spitze

sich in dem Mittelpunkte der Erde befände, ein ebenso großes Volumen haben würde, als alle Continente zusammengenommen. Es würde ganz unmöglich sein, an einem Kürbis ein Stück herauszuschneiden, das so fein wäre, wie der hier berechnete Ausschnitt aus der Erdkugel.

110. Um indeß auf die Meere zurückzukommen, so erscheint es schon leichter, das Volumen derselben zu berechnen, sobald man sich nur über die mittlere Tiefe derselben verständigt. Die Oberfläche des Meeres beträgt 3742563 Quadrat-Myriameter. Nehmen wir nun die mittlere Tiefe zu 5000 Metern oder einem halben Myriameter an (Annahme, die eher zu klein als zu groß sein dürfte), so erhalten wir für das Volumen der sämmtlichen salzigen Gewässer die Summe von 1871281 Cubik-Myriameter. Die Erdkugel im Ganzen hat ein Volum von 1082634000 Cubik-Myriameter; die Meere betragen demnach $\frac{1}{578}$ von dieser Summe und das aus dem Wasser hervorstehende Festland nur $\frac{1}{3254}$.

111. Solche Berechnungen könnten vielleicht für den speciellen Zweck, den wir zu verfolgen hier beabsichtigen, unnütz erscheinen; sie sind aber im Gegentheile oft von ungemeinem Vortheile, indem sie nicht nur eine klare Vorstellung der gegenseitigen Verhältnisse geben, sondern auch oft unmittelbar die Absurdität mancher aufgestellten Meinungen darthun. So hat man z. B. oft und vielfach behauptet, die festen Massen, welche die Erde zusammensetzen, seien früher in dem Wasser aufgelöst gewesen, und hätten sich nur allmählich daraus niedergeschlagen. Wenn dieses wahr wäre, so müßte ein Kilogramm Meerwasser 578 Kilogramm erdige Substanzen in Auflösung gehabt haben; ein Verhältniß, welches bei der geringen Auflöslichkeit der mineralischen Substanzen, aus denen der Erdkörper besteht, geradezu eine baare Unmöglichkeit ist. Eine Hypothese aber, die auf eine Unmöglichkeit basirt ist, kann nur Unsinn sein.

112. Die Gewässer bilden etwa drei Viertel der Erdoberfläche und haben eine mittlere Tiefe von 5000 Metern. Würde man diese Wassermasse gleichmäßig vertheilen über die ganze Fläche der Erde, so erhielte man ein Meer von 3750 Meter Tiefe, denn die Continente würden nur hinreichen, 1250 Meter Tiefe auszufüllen. Alles organische Leben wäre durchaus unmöglich bei einer solchen gleichmäßigen Vertheilung des Gewässers und bei so ungeheurer Tiefe des überall die Erdkugel umgebenden Meeres. Es leben freilich viel Pflanzen und Thiere in der See, und wir finden deren fast in allen Breiten in dem Wasser schwimmend; allein wir dürfen dennoch nie vergessen, daß eigentlich doch nur die eigenthümliche Bildung der Continente, und die flachen, wenig tiefen Küstenstriche das organische Leben möglich machen. Auf dem Meeresgrunde von

mehr als 1000 Meter Tiefe leben keine Thiere, keine Pflanzen mehr, und die Existenz der wenigen Hochseethiere, welche über den Untiefen schwimmen, ist innig mit denjenigen verknüpft, welche an den flachen Küstenstrichen sich aufhalten. Ein ähnliches Verhältniß zeigt sich auf dem festen Lande. Das wahre, üppige, productive Leben findet sich nur in den Niederungen, in den flacheren Strichen; je höher man sich an den Bergen erhebt, desto ärmlicher wird die Vegetation, desto beschränkter das thierische Leben; auf den höchsten Schneegipfeln ist alles Leben verschwunden, und nur der Adler, der in den Lüften kreist, kann dort leben unter der Bedingung, daß er tiefer unten seine Nahrung findet. So zeigt sich denn die Entwicklung des organischen Lebens auf der Erde tief mit der Bildung der unorganischen Elemente verwebt und die eigenthümlichen Formen des Festlandes wie der Meeresbecken erscheinen nicht so bedeutungslos für das Leben der auf und in ihnen lebenden Schöpfungen, wie man von vorne herein glauben könnte.

§. 11 Der Erdkörper an sich besteht indeß nicht bloß aus festen und tropfbar flüssigen Theilen, aus Festland und Meer; er hat auch noch eine elastisch flüssige, luftförmige Hülle, die um so weniger außer Acht gelassen werden darf, als die in ihr vorgehenden Erscheinungen nicht ohne wichtigen Einfluß auf die anderen Elemente bleiben. Die Masse der Atmosphäre ist nur gering im Verhältniß zu dem ganzen Erdkörper, sie beträgt nur $\frac{1}{352}$ der gesammten Masse des Meeres, und dennoch, so gering auch dies Verhältniß scheinen mag, so ist es doch die Atmosphäre fast allein, von deren Bewegungen diejenigen der gesammten Wassermasse abhängen. In der That sind die Wellen und Strömungen hauptsächlich den in der Atmosphäre entstehenden Strömungen der Winde und Stürme zuzuschreiben und mit Ausnahme der Ebbe und Fluth, die von anderen Ursachen abhängen, ist die Atmosphäre der einzige Heerd aller Meeresbewegungen. Diese aber sind nicht ohne Einfluß auf die Constitution des festen Landes; der Wellenschlag des Meeres gehört mit zu den hauptsächlichen Zerstörungsursachen, welche beständig an der Existenz des festen Landes nagen und seine Spuren lassen sich in allen geologischen Epochen deutlich wahrnehmen und verfolgen. Auch dies Beispiel zeigt wieder auf's Neue, daß man nicht die Größe der Wirkung nach der Masse der ursächlichen Momente berechnen darf, sondern daß oft gewaltige Kräfte auch durch kleine, unbedeutende Massen erzeugt werden können. Freilich ist auf der andern Seite wieder zu bedenken, daß diese mittelbaren Wirkungen der Atmosphäre für uns zwar von sehr bedeutender Größe erscheinen müssen, da wir mit unserer Existenz sowohl als auch hinsichtlich der speciellen Wissenschaft der Geologie fast nur auf das feste Land angewiesen sind; während auf der

andern Seite in Bezug auf den ganzen Erdkörper diese Wirkungen nur höchst unbedeutend, ja fast verschwindend klein sind, weil sie eben nur sehr langsam und allmählich ausgeübt werden, und auch nur auf einen sehr kleinen Theil der Erde, nämlich auf die Küsten des Festlandes wirken. Auch dies Verhältniß darf nicht außer Acht gelassen werden; es ist nur zu natürlich, daß wir Erscheinungen, die uns näher betreffen, weit bedeutender anschlagen, als sie wirklich sind, und es ist deshalb nothwendig, stets bei solchen Gelegenheiten sich das Verhältniß, in welchem die uns zur Untersuchung vorliegenden Erscheinungen zu dem Gesammtkörper der Erde stehen, recht lebhaft vor Augen zu rücken.

10. Allgemeine Orographie.

114. Im Allgemeinen unterscheidet man auf dem Festlande Ebenen und Berge. Diese beiden Bezeichnungen aber, so fest und bestimmt sie auch erscheinen mögen, sind doch im Ganzen nur sehr relativ, und was an dem einen Orte als Ebene erscheint und auch als solche angenommen wird, könnte anderwärts schon als Bergkette betrachtet werden. Ebene sollte eigentlich, dem Wortsinne nach, nur jede horizontale Fläche heißen; allein die Landes bei Bordeaux, die Marschländer Hollands und Frieslands ausgenommen, möchten nur sehr wenig solcher vollkommen horizontaler Flächen von einiger Ausdehnung in Europa sich finden lassen, und auch bei diesen muß man noch über die zahlreichen Kanäle und Rinnsale von Flüssen und Bächen hinwegsehen. In der Nähe von Bergen, die eine bedeutende Höhe erreichen, nimmt man es mit dem Wort Ebene schon weit weniger genau, und je höher die Bergkette ist, je schroffer ihr Absatz gegen das umliegende Land erscheint, desto größere Unregelmäßigkeiten kann auch die Umgebung zeigen, ohne daß man ihr deshalb den Charakter der Ebenen streitig macht.

Wenn man von einem Hochgipfel der Pyrenäen herab über das weite Land hinaus schaut, das sich im Norden dieser Gebirgskette ausbreitet, so glaubt man nur eine weite Ebene vor sich zu haben, und Geographen wie Touristen reden von der Ebene der Gascogne. Und dennoch ist diese Gascogne keine Ebene, sondern ein Hügelland, dessen Hügel von vielfachen Thälern durchschnitten sind, und dessen Erhebungen in Holland für hohe Berge gelten würden. Von dem Belvedere der Pyrenäen erscheint aber das ganze Land wie eine weite Fläche, da die Hügel in ihrer Höhe nicht sehr von einander verschieden sind, und die Thäler kaum erkenntlich als dunkle Linien zwischen denselben sich hinziehen. Noch auffallender ist dies Verhältniß in der Schweiz. Die Molasseberge, welche in dieser vorkommen, sind so hoch, als manche für hohe Berge geltende Bergketten anderer Länder; sie verschwinden aber gegen die gewaltigen Kolosse der Alpen, und im Verhältniß

s erſcheinen ſie nicht bedeutender als kleine Hügel in flacheren Ge-
Man ſpricht deshalb auch allgemein von der ebenen Schweiz, und
Recht, ſich ſo auszudrücken, da in der That dieſe Anhöhen, den Al-
d dem Jura gegenüber, nicht für bedeutend gelten können.

)on oben wurde erwähnt, daß wir von Natur aus dazu geneigt §. 115
e Berge viel höher anzuſchlagen, als ſie wirklich ſind, ihre Größe
ichtigkeit zu überſchätzen und dagegen die Ausdehnung der Ebenen,
ächeninhalt des platten Landes herabzuſetzen und zu verringern.
ıan aber nun noch weiter und vergleicht man die Gebirge mit dem
ntkörper der Erde, ſo erſcheinen ſie am Ende ſo verſchwindend
aß es kaum der Mühe werth ſcheint, dieſelben näher in's Auge zu

Zu dieſem Endzwecke ſcheint es nicht überflüſſig, die Höhe der
ndſten Gipfel über dem Meere mit der Länge des Erdhalbmeſſers
ɜleichen. Bekanntlich iſt dieſer größer an dem Aequator als an
len, da die Erde in der Richtung ihrer Axe zuſammengedrückt iſt,
ar iſt der Aequatorialhalbmeſſer um 20908 Meter größer, als der-
)er Pole. In den nachfolgenden Zeilen iſt die Höhe einiger der
ıſten Gipfel der Erde im Verhältniß zu der Länge des Erdhalbmeſ-
rechnet und ebenſo, in der letzten Rubrik, das Verhältniß dieſer
u der Größe der Abplattung gegeben.

Name Berges.	Abſolute Höhe in Metern.	Bruchtheil des Erdhalbmeſſers, den die abſolute Höhe darſtellt.	Bruchtheil der Abplattung.
ılagiri . .	8556	$\frac{1}{770}$	0,4080
ɔahir . .	7821	$\frac{1}{813}$	0,37407
) de Sorata	7696	$\frac{1}{871}$	0,36809
lanc . . .	4820	$\frac{1}{1321}$	0,23005

geht aus dieſer Tabelle hervor, daß die größten Höhen der Erd-
noch nicht einmal ſo bedeutend ſind, als die Dicke des Meniscus,
ın ſich um den Aequator denken kann, und daß man demnach füg-
s ganze Relief der Continente aus dieſem Meniscus bilden könnte,
ıoch ſo tief gehen zu müſſen, als die Abplattung der Pole geht.
nehr aber iſt zu bedenken, daß hier nur einzelne iſolirte Punkte,
Höhe im Verhältniß zu den übrigen Theilen des Feſtlandes ganz
iſch iſt, in Berückſichtigung genommen wurden; und daß die Zah-
rſchwindend klein würden, wenn man die gewöhnlichen Höhen der
ı Bergketten in Betracht ziehen wollte.

§. 116. Bemerkungen dieser Art sind indeß nicht neu und schon in früheren Zeiten gemacht worden. Dolomieu schon sagte, die Bergketten und Unebenheiten der Erde seien nicht einmal so bedeutend, als die Runzeln auf der Oberfläche einer Apfelsine oder wie die geringen Rauhigkeiten auf der Schaale eines Eies. Diese letztere Vergleichung ist ohne Zweifel die beste, weil sie das Verdienst hat, zugleich auf die innere Beschaffenheit hinzudeuten, da die Erdkugel, etwa wie ein Ei, ebenfalls aus einer dünnen harten Schale und einem flüssigen Kerne besteht. Doch aber ist die Vergleichung insofern nicht ganz treffend, als die Rauhigkeiten ziemlich gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche des Eies vertheilt sind, während sie auf der Erde nur wenig zerstreute Punkte oder kleine Linien bilden würden. Man müßte demnach, um eine noch größere Aehnlichkeit zu haben, das Ei abschleifen und poliren und nur an einzelnen Stellen seine ursprüngliche Rauhigkeit belassen.

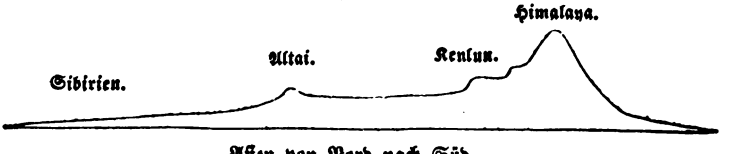
§. 117. Die Berge und Ebenen sind im Allgemeinen sehr unregelmäßig auf dem Festlande vertheilt, und diese Unregelmäßigkeit wird um so auffallender, je mehr man in das Einzelne eingeht. Bei der Betrachtung im Großen lassen sich oft noch Verhältnisse auffinden, welche auf allgemeinere Gesetze hindeuten.

Selten trifft es sich, daß eine Bergkette nur einen Continent durchzieht, und daß nach beiden Seiten hin die Gehänge gegen das Meer hin abfallen. Am häufigsten dagegen ist der Fall, daß zwei Ketten längs der Ränder in mehr oder weniger langer Erstreckung hinlaufen, und daß zwischen diesen Ebenen und Hügelländer sich erstrecken. Meist ist dann noch die eine Kette bedeutend höher als die andere, und zuweilen kann dieses Uebergewicht so bedeutend werden, daß nur diese Hauptkette als vorwiegendes Element des Reliefs erscheint, und daß dann der Continent nur an diese angelehnt erscheint. Einige flüchtige Durchschnitte der Continente mögen diese Verhältnisse anschaulich machen.

Fig. 18.

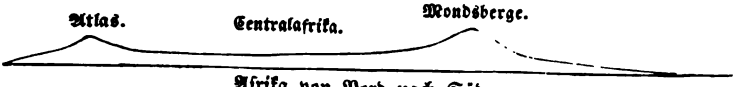
Europa von Nord nach Süd.

Fig. 19.



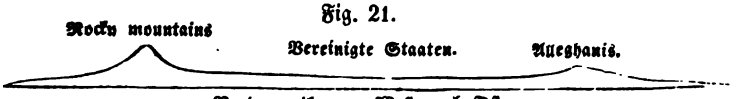
Asien von Nord nach Süd.

Fig. 20.



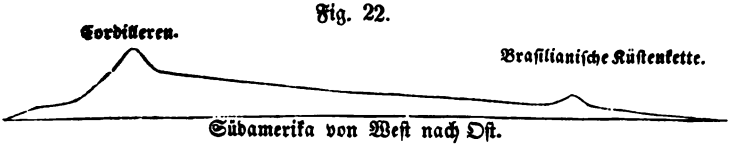
Afrika von Nord nach Süd.

Fig. 21.



Nordamerika von Weſt nach Oſt.

Fig. 22.



Südamerika von Weſt nach Oſt.

Im Allgemeinen kann man noch das Geſetz aufſtellen, daß die meiſten §. 1
bedeutenden Bergketten, welche einen großen Einfluß auf das Relief der betreffenden Länder haben, auf beiden Seiten mit Ebenen von ſehr verſchiedener Höhe in Verbindung ſtehen, indem meiſt auf der einen Seite Hochplateau's, auf der andern Seite ſehr tiefe Ebenen ſich finden, welche ſich allmählich in das Meer abſchleifen und oft noch unter der Meeresfläche in weiten Strecken ſich fortſetzen. So befinden ſich auf der einen Seite der Alpen die Hochebenen der Schweiz, Baierns und Oeſtreichs; auf der andern das Küſtenland der Lombardei; bei den Anden finden wir öſtlich das braſilianiſche Hochland, weſtlich den tiefen Küſtenſtrich von Peru und Chili; an den Himalaya ſtößt einerſeits die Lombardei Aſiens, nämlich Oſtindien, auf der andern Seite die Hochplateau's Centralaſiens. Man könnte dieſe Ketten gleichſam wie Nähte betrachten, in welchen die einzelnen Abtheilungen des Feſtlandes, welche verſchiedene Höhe beſitzen, zuſammengeſchweißt ſind, und wir werden in der Folge ſehen, daß dieſe Art der Betrachtung durchaus nicht ſo ungereimt iſt, als ſie auf den erſten Blick erſcheinen möchte.

Die allgemeine Verbreitung der Bergketten im Inneren der Continente §. 11
und ihre Vertheilung längs der Küſten erſcheint hauptſächlich darum ſo wichtig, weil die meiſten Karten dieſelbe nicht nur nicht angeben, ſondern ſogar durchaus falſche Angaben liefern, weil das Syſtem, wonach ſie gezeichnet ſind, der Natur nicht entſpricht. Dieſes Syſtem ſollte eigentlich die praktiſche Anwendung der aus der unmittelbaren Betrachtung der Natur hervorgegangenen Anſchauung des Reliefs der Oberfläche ſein; leider iſt dies aber zur Stunde noch nicht der Fall; man zeichnet die Karten nach gewiſſen theoretiſchen Grundſätzen und geräth ſo in vielen beſonderen Verhältniſſen auf ungemeine Abwege und offenbare Unrichtigkeiten. So hatte man in

den alten Karten die Manier, die Berge durch kegelförmige, neben einander geſtellte Maſſen anzudeuten, deren Grundfläche an einander ſtößt, ſo daß das Ganze wie eine große Menge neben einander geſtellter Maulwurfshaufen ausſah, und die Karte etwa das Bild einer von Maulwürfen umgearbeiteten Wieſe darſtellte. Dieſe Manier war ungemein ſchlecht; denn die wenigſten Berge bilden iſolirte Kuppen, die man auf dieſe Weiſe darſtellen könnte, und noch ſeltener finden ſich ſolche regelmäßige Formen, wie dieſe Art der Darſtellung ſie vorausſetzte. Aber ſie hatte doch wenigſtens den Vortheil, daß ſie nur die Berge hinſetzte, wo es deren auch wirklich giebt; während bei der jetzigen Manier Karten zu zeichnen oft ganze Ketten auf den Karten erſcheinen, wo in der Wirklichkeit weite Ebenen ſich ausdehnen. Gar viele Geometer nämlich haben ſich in den Kopf geſetzt, daß die Waſſerſcheiden, von welchen aus die Gewäſſer nach verſchiedenen Richtungen ſich ergießen, zugleich die höchſten Rücken ſein müßten, und da ſie außerdem noch ihre Darſtellungsart von der Länge der Gehänge abhängig machen, und glauben, ein Berg müſſe um ſo höher ſein, je ausgedehnter die Gehänge ſind, die von ihm ausgehen, und je weiter hin die Ebenen ſich dehnen, welchen er ſeine Gewäſſer ſchickt, ſo kommen ſie endlich zuweilen auf die größten Abſurditäten.

So hat man lange Zeit (ja es geſchieht noch jetzt) die Waſſerſcheide zwiſchen dem ſchwarzen Meer und Eismeer, die ſich in den Moräſten des Dniepr und Dnieſter findet, als eine gewaltige Bergkette dargeſtellt, während in Wahrheit ſie eine unabſehbare Ebene bildet, deren Neigung nach beiden Seiten ſo ungemein gering iſt, daß es dem Reiſenden meiſt unmöglich iſt, ſich davon anders als durch die Richtung des abſchließenden Waſſers zu überzeugen.

Aehnlich verhält es ſich mit Südamerika. Auf den meiſten Karten ſieht man die hohe Kette der Anden durch einen gewaltigen Querrücken mit den braſilianiſchen Gebirgen vereinigt, und ſo das Flußgebiet des Amazonenſtromes von demjenigen des Orinoko getrennt. Die Waſſerſcheide iſt dort ſo wenig merklich, daß die Gewäſſer im wahren Sinne des Wortes zuweilen zweifelhaft ſcheinen, nach welcher Richtung ſie fließen ſollen, und das Niveau beider Flüſſe iſt ſo wenig verſchieden, das Land dazwiſchen ſo eben, daß ſogar ein Zwiſchenſtrom, der Caſſiquiare, beide Flüſſe mit einander verbindet. Dieſe Beiſpiele könnten noch vervielfältigt werden; ſie zeigen, daß man ſehr auf der Hut ſein muß bei geographiſchen Darſtellungen des Reliefs der Erdoberfläche, und daß die Kenntniß der geologiſchen Structur, welche den Grund zu den meiſten dieſer Erſcheinungen enthält, ein unerläßliches Requiſit für den Geographen iſt.

120. Die äußere Geſtalt der Continente ſcheint auf den erſten Blick nur vom Zufalle abhängig; bei näherer Unterſuchung aber unterliegt dieſelbe gewiſſen

Gesetzen, die namentlich aus der geologischen Structur derselben hervorgehen. Die meisten Continente lassen sich als mehr oder minder regelmäßige Polygone betrachten, deren Seiten durch Küsten gebildet werden, die meist den Bergketten parallel laufen. So bilden die Bergketten gleichsam ein festes Gerippe, eine Art Kasten, in dessen Inneren das feste Land aufgehäuft ist, etwa wie der Sand in einem hölzernen Rahmen. Ein Zögling der polytechnischen Schule, Herr Piffis, hat neulich der Akademie eine ausgedehnte Abhandlung über diese enge Verbindung zwischen der Richtung der verschiedenen Bergketten und der Begrenzung der Continente eingereicht,

Fig. 22 a.

und es scheint in der That, als ließe sich das Verhältniß noch weit ausdehnen und zum Range eines Gesetzes erheben. Die geometrischen Formen einiger Continente fallen in die Augen; so läßt sich Südamerika vollkommen durch ein Fünfeck umschreiben, das nach Westen einen stumpfen Winkel hat und dessen östliche Küste nach innen eingeknickt ist.

Piffis hat diese Formverhältnisse noch weiter verfolgt und gefunden, §. 12
daß die Begrenzungslinien der Continente Bogenabschnitte von größten Kreisen bilden, die sich um die Erde herumlegen und sich an den verschiedenen Continenten wiederholen. So ist z. B. eine Strecke des afrikanischen Küstenlandes ein Stück eines größten Kreises, dessen andere Hälfte bei Neuholland sich zeigt u. s. w. Nach Piffis sollen nun sämmtliche Grenzlinien der Continente durch 15 größte Kreise dargestellt werden können. Vielleicht geht der Autor hier etwas zu weit und vernachlässigt einige Linien, die denn doch selbstständig sein dürften; jedenfalls aber scheint soviel zuverlässig, daß die Zahl dieser größten Kreise, durch deren Hülfe man alle Richtungslinien der Küsten bezeichnen könnte, zwanzig nicht übersteigen würde. Da nun die Richtungen der Küste meist den verschiedenen Gebirgsketten parallel sind, so zeigt sich dadurch eine überraschende Gesetzmäßigkeit in der Bildung der Festländer, auf welche wir später noch zurückkommen werden.

Ein anderes eigenthümliches Verhältniß in der Bildung der Continente §. 13
ist schon längst von Buffon hervorgehoben worden und kann in der That Keinem, der aufmerksam einen Globus betrachtet, entgehen. Die Hauptmasse des Festlandes nämlich ist in der gemäßigten Zone der nördlichen Hälfte angehäuft, während die südliche Hälfte nur sehr wenig Festland enthält. Die meisten Continente aber laufen nach Süden hin in Spitzen aus, die sich allmählich im Meere verlieren, während nach Norden hin sie breite, gewaltig ausgedehnte Massen darstellen. Dies ist der Fall mit den Continenten im Großen, wie auch besonders noch mit den Halbinseln und Inseln. Der südamerikanische Continent setzt sich nach Süden hin in die schmale Zunge des Feuerlandes fort, Afrika, Neuholland zeigen gen Süden gerichtete, einfache Spitzen, Asien deren zwei in Vorder- und Hinterindien,

Europa zwei in Italien und Griechenland, während ſeine dritte Spitze, die pyrenäiſche Halbinſel, mehr nach Südweſten ſchaut. Die meiſten Halbinſeln laufen nach Süden ſpitz aus, während ſie im Norden mit dem Feſtlande zuſammenhängen; Californien, Florida, Kamtſchatka, Scandinavien, Italien, der Peloponnes und noch viele andere befinden ſich in dieſem Falle. Im Vergleiche hierzu finden ſich nur äußerſt wenige Halbinſeln oder Inſeln, deren Spitzen nach Norden gekehrt ſind, wie z. B. Großbritannien; allein hier hängt dann dieſe Unordnung meiſt von beſonderen Umſtänden ab. Allgemeine Regel iſt demnach das Auslaufen der Continente in ſüdliche Spitzen, und bedeutendes Uebergewicht des Meeres über das Feſtland in der ſüdlichen Halbkugel. Damit ſoll indeß nicht geſagt werden, daß kein Feſtland in den ſüdlichen Polargegenden vorkomme; die neueren Entdeckungsreiſen des Capitäns Roß und des unglücklichen Dumont d'Urville haben die Exiſtenz eines vielleicht ziemlich ausgedehnten Continentes um den Südpol nachgewieſen. Dieſe Entdeckungen aber können das allgemeine Geſetz nicht umſtoßen; während ſie auf der andern Seite das Verdienſt haben, allzu weit getriebenen Theorien und Speculationen, welche man auf dieſes Ueberwiegen des Meeres in der ſüdlichen Erdhälfte geſtützt hatte, ein Ziel zu ſetzen.

123. Die Richtung der Bergketten iſt indeß nicht die einzige bedingende Urſache der Geſtalten, welche die Continente darbieten, es tritt hier noch ein zweites, ebenſo wichtiges Moment auf, nämlich die Anordnung der Thäler. Es möchte paradox erſcheinen, daß wir hier Berge und Thäler von einander trennen und als unabhängige Größen einander gegenüber ſtellen. Man iſt daran gewöhnt, ſich keine Berge ohne Thäler, keine Thäler ohne Berge zu denken, und dennoch iſt es nicht ſo ſehr ſelten, dieſe beiden Formen von einander unabhängig zu treffen. So trifft es ſich z. B. ſehr oft, daß einzelne Kegelberge oder Dome ſich über eine umgebende flache Ebene erheben, ohne daß in dieſer Ebene Thäler eingeſchnitten wären. Selbſt wenn mehre ſolcher Kegelberge in einiger Nähe ſtänden, wie dies oft bei Vulcanreihen der Fall iſt, ſo könnten darum die Zwiſchenräume, welche die einzelnen Kegel oder Dome von einander trennen, nicht als Thäler angeſehen werden. Noch häufiger aber finden ſich Thäler ohne Berge. Ueberall auf den Plateau's und den Ebenen, wo Flüſſe und Ströme rinnen, ſind dieſe in tieferen Rinnſalen ausgehöhlt, die oft ziemlich bedeutende Thäler bilden. Das ganze untere Seinebecken, die Flußgebiete der unteren Loire, der unteren Garonne, ſo weit ſie in den Ebenen der Gascogne läuft, die ſibiriſchen Flüſſe ſammt und ſonders ſind in dieſem Falle. Nun kann man doch wahrlich nicht die weiten Ebenen der Gascogne, Sibiriens ꝛc. für Berge anſehen, da es nur ganz flache Erſtreckungen ſind, in welchen die tieferen Rinnen ausgehöhlt ſind. Die Hälfte von Frankreich bietet ſolche Thäler dar, die in Ebenen eingeſchnitten ſind, und wo weit und breit kein Berg zu ſehen iſt. Thäler und

Berge erſcheinen demnach ſehr oft als durchaus unabhängige Elemente eines Reliefs, und die Richtung des einen kann ſehr oft nicht aus derjenigen der anderen erſchloſſen werden.

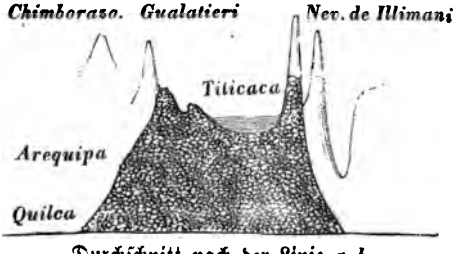
Dieſe gegenſeitige Unabhängigkeit läßt ſich indeß nicht bloß da bemerken, §. 12
wo eines dieſer Elemente iſolirt auftritt; auch an Orten, wo beide gemeinſchaftlich vorkommen, hebt ſie ſich öfters ſehr deutlich hervor. So giebt es viele Thäler, welche die Bergketten quer durchbrechen und ihren Lauf unbekümmert um dieſelben fortſetzen, und eben aus dieſem Grunde erſcheint es oft ſo falſch, die hohen Gebirgsgänge zugleich als Hauptwaſſerſcheiden zu betrachten. Die Beiſpiele ſind ungemein häufig, wo die Bergketten durchaus keinen Einfluß auf die Bildung der Flußgebiete haben, ſondern dieſe von kleinen Erhabenheiten abhängen und ſich quer durch die höheren Gebirge durchdrängen. Der Rhein bietet eines der ſchönſten Beiſpiele dieſer Art dar. In Graubünden entſprungen, folgt er einem Alpenthale bis zum Bodenſee und etwas weiter. Bei Schaffhauſen und Lauffenburg trifft er auf den hohen Gebirgszug des Jura, den er mitten durchbricht, um ſeinen Lauf nach Baſel und von da weiter gen Norden fortzuſetzen. Hinter Mainz trifft er auf die Ketten des Hundsrück und des Taunus, die, geologiſch betrachtet, nur einen einzigen Gebirgszug bilden, der in der Mitte durchbrochen iſt, durch den Rhein. Die Schichten auf beiden Ufern entſprechen ſich vollkommen, ſo daß an dieſer Identität beider verſchieden benannter Ketten kein Zweifel ſein kann, und ſo nahe treten die Lippen des Riſſes gegen einander, daß man bedeutende Sprengarbeiten hat vornehmen müſſen, um die Hinderniſſe, welche die Felſen der Schifffahrt in den Weg legten, auf die Seite zu räumen. Das Rheinthal durchſetzt mithin zwei verſchiedene Bergketten, ehe es ſich mit dem Meeresbecken vereinigt. In gleicher Weiſe durchbricht die Maas die Ardennen, der Doubs und die Birs den Jura. In noch weit größerem Maßſtabe findet ſich dieſe Erſcheinung in Nordamerika. Alle größeren Flüſſe, die ſich in den atlantiſchen Ocean ergießen, der Hudſon, Delaware ꝛc., entſpringen nicht in den Alleghanisgebirgen, ſondern hinter denſelben auf der Höhe eines Plateau's, das kaum einige Hügelzüge darbietet und deſſen Neigung einerſeits nach dem Ocean, andererſeits nach den großen Stromgebieten des Ohio und Miſſiſippi nur ſehr gering iſt. Nichts deſto weniger findet ſich die Waſſerſcheide nicht in der ziemlich hohen und langgeſtreckten Kette der Alleghanis, von welcher ſogar die Form der öſtlichen Küſte abhängt, ſondern auf dem weit niedrigeren Plateau, und die Flußthäler durchbrechen die Kette in verſchiedenen Richtungen und an mehren Orten. Am auffallendſten aber geſtalten ſich die Localitäten in den Anden, an dem ſchon berührten See von Titicaca. Dieſer liegt in einem Längsthale eingeſchloſſen zwiſchen zwei ungemein hohen Bergrücken, welche die höchſten Spitzen des ſüdamerikaniſchen Continentes tragen. Die im

See von Titicaca angeſammelten Gewäſſer fließen an der Stadt La Paz vorbei durch den Fluß Deſaguadero in einen zweiten kleineren See, der keinen Ausfluß hat. Die hohen Gipfel der Nevada de Sorada und ihre Nebenbuhler bilden die Mauer, welche das Becken des See's von den tiefen Ebenen der Pampas abſchneiden. Der in Figur 24 gegebene Durchſchnitt der Gegend nach der auf der Karte angezeigten Linie *a b* zeigt dieſe Verhältniſſe ſehr deutlich. Die Höhen ſind natürlich dabei ſehr übertrieben im Verhältniſſe zur Baſis, wodurch die hohen Gipfel des Chimborazo, Gualatieri und der Nevaden ſich wie Obelisken darſtellen. Aber die Waſſerſcheide findet ſich nicht an dieſen Rieſen, ſondern ganz in der Nähe des See's, längs ſeines

Fig. 23.

Karte der Umgegend des See's von Titicaca.

Fig. 24.



Durchſchnitt nach der Linie *a b*.

öſtlichen Ufers in einer unbedeutenden Hügelreihe, welche der Kette der Nevada parallel läuft. Von dort aus fließen die Waſſer in eine ſchmale Längsrinne, die man kaum Thal nennen kann, und brechen dann durch tiefe Schluchten zwiſchen der Nevada und den anderen Gipfeln durch nach den Pampas zu.

Auch bei dem Himalaya laſſen ſich ähnliche Verhältniſſe beobachten. Der Ganges mit ſeinen Zuflüſſen entſpringt zwar auf dem ſüdlichen Abhange des Himalaya und fließt durch die Ebenen ohne Aufenthalt hinab gegen das Meer; das Flußgebiet des Indus aber entſteht auf den nördlichen Abhängen und ſein Thal bricht durch die Kette durch, um ſich ebenfalls nach Süden zu öffnen. Man könnte die Beiſpiele in's Unendliche vermehren; es genügt hier, damit gezeigt zu haben, daß die Thäler oft durchaus unabhängig von den Gebirgsketten ſind, und daß man ſehr irren würde, wenn man, wie a priori am rationellſten ſcheint, die höheren Gebirge auch zugleich als die Waſſerſcheide und umgekehrt annehmen wollte.

---

§. 12 Die näheren Verhältniſſe der Berge verdienen um ſo mehr unſere Aufmerkſamkeit, als die praktiſche Geologie in letzter Inſtanz hauptſächlich ſich auf die Anatomie der Berge reducirt. Die Gruppirung der Berge verdient hier zuerſt unſere Beachtung, da dieſelbe, wie Jedem bekannt iſt, äußerſt verſchieden ſein kann und dadurch das Relief eines Landes auf die mannichfaltigſte Weiſe modificirt wird. Wir unterſcheiden an den eigentlichen Bergen, abgeſehen von den Plateaus, fünf verſchiedene Arten der Gruppirung, die indeß nicht ſo ſcharf von einander in der Natur getrennt ſind.

1. Iſolirte, einzeln ſtehende Berge. Es giebt deren nur äußerſt wenige, und meiſtens ſind es Vulcane oder auch Reſte von alten Plateau's, um welche herum bedeutende Auswaſchungen ſtattgefunden haben. Ihre Form iſt meiſt die eines Kegels mit mehr oder minder regelmäßigen Gehängen, oder auch die einer gewölbten Kuppel, eines Domes. In dem letzteren Falle bilden ſie meiſt eine iſolirte Kuppe in der Nähe von größeren Ketten, die man im Geiſte als zu dieſer Kette gehörig betrachten kann, da ſie meiſt die nämliche Structur darbietet, wenn ſie auch äußerlich nicht mit der Kette zuſammenhängt.

2. Regelmäßig gruppirte Berge. Auch dieſe haben Kegel- oder Kuppenform und ſtehen neben einander, etwa wie die Maulwurfshaufen auf einer Wieſe. Ihre ſpeciellere Geſtaltung hängt meiſt von der Art der Gruppirung ab. Im Ganzen kommt dieſe Art der Anordnung äußerſt ſelten vor, und nur bei einigen Vulcanengruppen läßt ſich eine Art von Regelmäßigkeit nachweiſen. Häufiger ſchon kommen

3. Unregelmäßig gruppirte Berge vor, die zuweilen ſelbſt in Cauſalnexus mit einander ſtehen, aber doch den gemeinſchaftlichen Charakter beſitzen, daß ſie durch ihre Baſis nicht mit einander zuſammenhängen. Die Kette der ausgeſtorbenen Vulcane der Auvergne, von welcher wir hier

einen Theil abbilden, liefert ein auffallendes Beispiel dieser Art von Gruppirung.

Fig. 25.

Vulkankette der Auvergne.
a. Puys de Dôme.

4. In Längsreihen gestellte Berge, die etwa wie die Figuren eines Schachbrettes in langen Reihen stehen, wo aber jede Kuppe bestimmt von der andern getrennt ist. Man hat einige Vulcanreihen, die auf diese Weise gebildet sind. Im Allgemeinen aber ist diese Form nur selten und geht unmerklich in die fünfte und häufigste Art über.

5. Ketten, deren Gipfel auf einer gemeinschaftlichen Basis stehen. Dies ist ohne Zweifel die häufigste Anordnung der Gebirge, die aber insofern eine unendliche Mannichfaltigkeit darbietet, als selten die Ketten einfach wie liegende, oben ausgekerbte Prismen erscheinen, sondern oft mehre Ketten an einander stoßen, oder aber Ketten mit Gruppen sich vereinigen, die ihrerseits wieder an ihrer Basis mit einander verbunden sind, so daß oft eine Complication der Formen entsteht, aus welcher man sich unmöglich finden kann. Im Grunde sind die Ketten eigentlich nur Gruppen, die bedeutend in die Länge gezogen und die Form einer sehr excentrischen Ellipse angenommen haben.

§. 126. Die Inseln können im Allgemeinen besser zum Studium der einzelnen Gruppirungen der Berge dienen, als die Gipfel des Festlandes. Bei diesen ist man oft im Zweifel, wo man den Anfang ihres Fußes, das Ende ihrer Basis setzen wolle; während bei den Inseln die Natur ein allgemeines Niveau hergestellt hat, über welches sich die Gipfel erheben und das als sicherer Anhaltspunkt dienen kann. So erscheinen die kleinen Antillen, die Sandwichinseln und viele andere Inselgruppen des stillen Meeres als regelmäßige oder unregelmäßige Gruppen, während einige durchaus isolirte Inseln mitten im Meere, wie St. Helena z. B., das Bild durchaus vereinzelter Berge ausgeben. Andere Inseln, wie die Sunda-Inseln, die großen Antillen, Candia und viele andere, stellen mehr oder minder lange Ketten oder auch Längsreihen isolirter Berge dar.

§. 127. Die Kenntniß der Ausdehnung der einzelnen Ketten ist von nicht geringer Wichtigkeit für den Geologen. Alex. von Humboldt hat nach den besten Quellen folgende Längenmaße für einige der hauptsächlichsten Gebirgsketten des Erdkörpers gegeben:

Die scandinavischen Gebirge	1780	Kilometer.
Die Alpen vom Montblanc bis an die ungarische Grenze	830	»
Die Pyrenäen	377	»
Der Altai	1600	»
Der Tiang-schang im Innern China's .	2710—3470	»
Der Kuenloun	1940	»
Der Himalaya	2560	»
Die Ghates	1220	»
Der Sablonoi-Chrebet	890	»
Der Aldan	670	»
Der Ural	3890—3290	»
Die Anden von dem Feuerlande bis zur Landenge von Panama	7150	»

Die Bestimmung der Länge der Anden hat einige Schwierigkeiten, da man nicht weiß, wo man ihr nördliches Ende setzen soll. Begreift man ihre nördliche Fortsetzung, die Rocky mountains mit dabei, wie dies geschehen muß aus geologischen Gründen, so wird eine ungeheure Länge der Kette herausgebracht, indem sie sich fast in gerader Linie von dem Feuerlande bis zur Behringsstraße hinzieht. Allein auch die Länge der einen Hälfte ist schon bedeutender als die sämmtlicher anderen Gebirge, und die europäischen Gebirge namentlich verschwinden fast gegen solche Riesenerstreckungen. Und dennoch sind es diese kleinen europäischen Gebirge, auf denen unsere ganze Wissenschaft beruht, in denen wir unablässig neue Thatsachen, neue Erscheinungen entdecken!

§. 12 Die Richtung der Bergketten hat den Geographen von jeher viel zu schaffen gemacht, um so mehr als sie nicht stets dieselbe bleibt, sondern öfter wechselt und manchmal in sehr bedeutenden Winkeln abspringt. Im Großen betrachtet, bieten freilich viele Ketten mehr oder weniger gerade Linien dar, allein zu einer solchen Betrachtung schon muß man der Natur bei den meisten viel Zwang anthun und bei vielen gelingt es gar nicht. Um sich aus solchen Labyrinthen zu helfen, kann nie die einfache Betrachtung des Reliefs genügen, während die Geologie sogleich durch die Anatomie der Ketten genügende Aufschlüsse ertheilen kann. Man muß die Ketten zu zerlegen wissen; man muß die einzelnen Glieder, aus welchen sie zusammengesetzt sind, zu unterscheiden wissen, und dann wird man auch eine Einsicht in diese verwickelten Formen erhalten. Es giebt wohl keine Bergkette in der Welt, die aus einem einzigen Gliede nur bestände; alle sind aus mehren Theilen zusammengesetzt, die in sich wieder besondere Eigenthümlichkeiten der Structur zeigen, welche nur dem einzelnen Kettengliede, nicht der

Kette im Ganzen angehören. Oft liegen dieſe Einheiten, aus welchen die Summe der Kette zuſammengeſetzt iſt, in Reihen hinter oder neben einander; oft aber auch wiederholen ſie ſich in mehren Reihen und werfen ſich äußerſt unregelmäßig zuſammen, ſo daß man Mühe hat, ſie zu erkennen. Die Kettenglieder ſelbſt bilden meiſt elliptiſche, mehr oder minder langgezogene Geſtalten, deren Hauptaxe meiſt leicht zu erkennen iſt, und die Regelmäßigkeit der großen Geſammtaxe der Kette, ihre mehr oder minder gerade Richtung hängt meiſt von dem mehr oder minder großen Parallelismus der kleinen Axen der verſchiedenen Kettenglieder ab Wenn in dem Verlaufe dieſes Werkes von der Structur einer Kette die Rede ſein wird, ſo bezieht ſich dies nur auf ein beſtimmtes Kettenglied, da, wie ſchon bemerkt, dieſe Kettenglieder durch verſchiedene Structur oft ebenſo gut, als durch abweichende Richtungsaxen ſich erkennen laſſen. Ein Beiſpiel mag dies erläutern. Die Kette der Pyrenäen erſcheint im Großen als eine gewaltige Quermauer, welche in gerader Linie Frankreich von Spanien trennt. Bei näherer Betrachtung aber ſieht man, daß ſie in der Mitte einen ſtumpfen Winkel bildet, in welchem das Thal von Arran mit der Quelle der Garonne liegt. Unterſucht man nun die Kette näher, ſo zeigt ſie ſich in der That aus zwei verſchiedenen Gliedern zuſammengeſetzt, die nicht ganz dieſelbe Structur haben, deren Richtung zwar faſt dieſelbe iſt, die aber doch etwas ſchief geſtellt ſind und deren gegen einander gerichtete Spitzen ſogar über einander greifen, ſo daß in dem Zwiſchenraume zwiſchen beiden gerade das genannte Thal Raum findet. Die Pyrenäen bilden eine der einfachſten Ketten; in den Alpen, dem Himalaya, den Anden finden ſich eine Menge ſolcher einzelner unabhängiger Kettenglieder in den mannichfaltigſten Stellungen zu einander, wodurch das Studium dieſer Ketten ſehr verwickelt wird.

129. Die Bergketten hängen, wie ſchon bemerkt, durch eine gemeinſchaftliche Baſis mit einander zuſammen, über welcher ſich dann die höheren Zinnen und Gipfel erheben. Alex. von Humboldt hat ſchon ſeit längerer Zeit darauf aufmerkſam gemacht, daß das Verhältniß zwiſchen der Höhe dieſer Baſis und der abſoluten Höhe der Gipfel nicht bei allen Ketten daſſelbe iſt, wenn es auch gleich nicht in ſehr bedeutenden Grenzen ſchwankt. Die Höhe der Baſis wird am beſten beſtimmt durch die Höhe der Päſſe, welche von einem Abhange der Kette auf die andere Seite führen und die von allgemeiner Wichtigkeit erſcheinen, da ſie zugleich als politiſche und Handelsſtraßen benutzt werden. Das Verhältniß dieſer Paß-Höhen hat im Allgemeinen etwas Beſtimmtes, Geſetzmäßiges, und man kann vielleicht ſchon daraus einen Schluß auf die Structur der Gebirge ſtellen. Im Allgemeinen erſcheinen die Einriſſe und Vertiefungen, welche als Päſſe benutzt werden, um ſo tiefer und die Gipfel um ſo höher, je complicirter und verwickelter die Structur der Kette an ſich iſt, und wenn wir finden, daß die Gipfel nur

wenig eingeschnittene Erhabenheiten darbieten, so können wir sicher sein, daß die Structur weit einfacher ist, als in einer Kette, wo himmelhohe Zacken über tief eingeschnittenen Thalrissen sich erheben. Humboldt hat gefunden, daß in den Pyrenäen die absolute Höhe der Pässe zu der absoluten Höhe der Kette sich wie 1 zu $1\frac{1}{2}$ verhält, daß in den Anden und dem Himalaya dies Verhältniß wie 1 zu $1\frac{8}{10}$ etwa erscheint und daß in den Alpen es 1 zu 2 beträgt, mithin in dieser Kette auf die größte Complication der Structur hindeutet.

Von großer Wichtigkeit für die allgemeine Betrachtung der Ketten §. 13
sind die Axen derselben, welche man je nach verschiedenen Grundsätzen bestimmen kann. Alex. v. Humboldt unterscheidet in einer Kette 5 verschiedene Axenlinien, welche zuweilen zusammenfallen, oft aber auch durchaus getrennt von einander sind und selbst mehr oder weniger in ihrem Parallelismus abweichen können.

1. Die Längenaxe der ganzen Kette. Diese Linie ist eine rein ideale; sie würde gegeben sein, wenn man die ganze Kette zertrümmerte und nun die Materialien in Form eines liegenden Prismas auf der Grundfläche anhäufte. Die Kante des Prismas würde zugleich die Längenaxe der Kette sein, und man könnte deshalb diese Axe auch die ideale Elevationsaxe einer Kette nennen.

2. Die Axe der Gipfel, worunter man eine Linie versteht, welche die einzelnen Gipfel mit einander verbindet. Es möchte wohl kaum ein Fall auf der Erde vorkommen, wo diese Axe mit der idealen Längenaxe zusammenträfe. Die Gipfel stehen nämlich selten auf der Mitte der Ketten, sondern meist dem einen oder andern Abhange näher, so daß mithin die sie verbindende Linie entweder rechts oder links von der idealen Längenaxe sich hinzieht. Ja es begegnet nicht selten, daß diese beiden Axen sich kreuzen. Bei der Zusammensetzung der meisten Ketten aus verschiedenen isolirten Gliedern, deren jedes seine eigene Structur und seine eigene Axe hat, begegnet es oft, daß die einen dieser Glieder die Gipfel in der Nähe des rechten, die andern in der Nähe des linken Abhanges haben, oder gar daß die einzelnen Gipfel in Zickzacklinien stehen, aus deren Verbindung und Vereinigung erst eine Mittellinie entsteht, die oft sehr bedeutend von der idealen Axe abweicht.

3. Die Axe der Wasserscheide, die meist, wenn auch nicht immer, diejenige der Sättel und Pässe ist. In gewöhnlichen Ketten fallen diese beiden Linien zusammen; dann aber nicht, wenn ein Flußthal eine Kette quer durchbricht und die Wasserscheide sich hinter der Kette befindet, wie dies, nach den oben angeführten Beispielen, zuweilen der Fall ist. Meist sind die Hochgipfel durch niedrigere Sättel verbunden, welche die Wasserscheide bilden und zugleich als Pässe dienen und in gewöhnlichen Fällen,

wenn diese Zwischensättel so ziemlich geradlinig sind, fällt die Wasserscheide, auf eine gerade Linie reducirt, mit derjenigen der Gipfel zusammen. Sehr oft aber weicht sie davon ab, indem oft die Thäler sich weiter nach hinten erstrecken, die Zwischenparthien bergige und eckige Linien bieten und die Gipfel weiter nach vorn oder nach der Seite stehen. Auf den Karten stellt man meist die Linien der Wasserscheide als die höchste dar, von welcher nach beiden Seiten die Gehänge abfallen, allein in sehr vielen Fällen ist dies durchaus falsch und die tiefen Runsen, welche die Basis der Kette zuweilen durchbrechen, und das Wasser aus hinteren Gegenden hervorleiten, verlieren auf solchen Karten ihre Bedeutung, zumal wenn, wie es oft geschieht, der eine Abhang weit ausgedehnter ist als der andere.

4. Eine vierte Linie wird gegeben durch die Combination der Verbindungslinien, welche die großen mineralischen Hauptmassen in der Kette darbieten. Meistens bestehen die Ketten aus einem großen Centralkerne, der sich am häufigsten in Gestalt einer lang ausgezogenen Ellipse darstellt, und um welchen herum dann die äußeren Glieder wie Schuppen sich anlehnen. Die Linien, welche durch diese verschiedenen Anlehnungspunkte der unter sich verschiedenen mineralischen Massen gegeben sind, können auf eine mittlere Linie reducirt werden, die ebenfalls sehr oft, je nach der Zusammensetzung der betreffenden Kette, von den übrigen schon angegebenen Axen abweicht.

5. Die Linien, welche den Schichtungsebenen folgen, können ebenfalls auf eine Schichtungsaxe reducirt werden, deren Bestimmung aber meist sehr schwierig ist. Im Großen betrachtet, zeigen sich freilich die geschichteten Massen, welche an den meist ungeschichteten Centralkern der Kette sich anlehnen, wie Blätter eines Buches. Allein diese Blätter sind nicht nur einfach angelehnt, sie sind oft in allen Richtungen gebogen, eingeknickt, zerrissen, und dann werden oft die Schichtungsebenen so verwirrt und unregelmäßig, daß es schwer hält, sie auf eine gewisse Ebene und eine einzige Linie zurückzuführen.

§. 131. Man kann sich im Allgemeinen die Gebirgsketten als liegende Prismen vorstellen, von welchen nach beiden Seiten hin die Gewässer in bestimmten Einkerbungen, den Thälern, ablaufen. Diese ursprünglichen Seiteneinschnitte, welche demnach in rechtem Winkel auf der Axe der Kette aufstehen, nennt man meist Thäler erster Ordnung oder Querthäler. Sie sind meist so tief, daß Ausläufer der Kette sie von einander trennen, und diese Ausläufer oder Contreforts, die man sich wie Streben oder Stützmauern denken kann, welche sich an den inneren Centralkern oder die Hauptmauer anlehnen, sind selbst wieder meist auf ihren Seiten von Thalrinnen gekerbt, und verhalten sich zu dem Hauptthale, wie die Kette im Ganzen zur Ebene. Sie haben wieder neue Streben, welche die einzelnen Seitenthäler von einander tren-

nen, und diese wieder sind auf's Neue eingekerbt, so daß man, wenn man rein theoretischen Ansichten folgen wollte, eine unendliche Unterordung von Thälern und Contreforts in einer Kette finden könnte, welche alle senkrecht auf einander stünden. Die Geographen haben in der That in ihrem Systeme der Kartenausführung oft solche Principien verfolgt und dadurch den meisten Ketten eine durchaus ähnliche Physiognomie gegeben, die sie in der Natur gar nicht besitzen. Meist hat man nur die Ketten, oder einige Hauptgipfel davon, und die Hauptquerthäler gemessen nebst den Contreforts erster Ordnung; den Rest füllt man auf die Weise aus, daß man stets in rechtem Winkel auf einander Thäler und Contreforts häuft, bis der Platz erfüllt ist.

Die Thäler erster Ordnung, oder die Querthäler, stehen meist senkrecht auf der Längsaxe der Kette, und durchschneiden meist die Schichtungsebenen, so daß man in ihrem Verlaufe die Aufeinanderfolge der Schichten von außen nach innen oft deutlich beobachten kann. Die Thäler zweiter Ordnung, oder die Längsthäler, laufen parallel mit den Axen der Ketten, und sind meist bedingt durch den Wechsel in der Natur der Schichtenfolgen.

Querthäler, welche sich nach außen auf die Ebenen öffnen, setzen sich §. 13
meist auf diesen weiter fort, aber unter sehr verschiedener Gestalt. In den Gebirgen selbst waren es meist schmale Risse, Tobel, oft selbst tiefe Schlünde mit senkrechten Wänden; an der Ebene angekommen, breiten sie sich aus, öffnen sich weit und ziehen nun ihrem Ende in erweiterter Gestalt entgegen. Oft sind die Thäler innerhalb der Berge so beschaffen, daß sie trotz ihrer Windungen und Krümmungen fast überall die gleiche Breite beibehalten, indem stets einem vorspringenden Winkel der einen Thalwand ein zurückweichender Winkel der entgegengesetzten Thalwand entspricht. Man hat diesen Parallelismus der Thalwände, wodurch die entgegengesetzten Winkel derselben einander entsprechen, zu einem allgemeinen Gesetz erheben wollen, allein mit ebenso viel Unrecht, als Andere wieder gerade den entgegengesetzten Fall als allgemeine Regel haben betrachten wollen, nämlich den, wo ein Thal aus einer Reihe auf einander folgender Becken und Erweiterungen besteht, welche durch enge Schluchten mit einander verbunden sind. Diese Disposition, von der wir ebenfalls viele Beispiele in der Natur sehen, entsteht offenbar daher, daß einem einspringenden Winkel der einen Thalwand ebenfalls ein einspringender Winkel der entgegengesetzten Thalwand entspricht, wodurch dann diese successiven Erweiterungen und Verengerungen entstehen. In einigen Bergketten ist diese Anordnung der Thäler eine gewöhnliche.

Die Querthäler beginnen meist durch einen Zusammenfluß mehrer §. 13
Rinnen, die an den Ketten und Contreforts herablaufen; zuweilen aber treffen sich äußerst merkwürdige Anfangsbildungen der Thäler in einzelnen Ketten. In den Pyrenäen z. B. fangen fast alle Thäler ohne Ausnahme

mit bedeutenden runden Amphitheatern an, die von ſenkrechten Wänden umgeben ſind und durch einen mehr oder minder engen Schlund ſich fortſetzen. Dieſe engen circusartigen Thalenden oder Amphitheater ſind ſo auffallend, daß die Bewohner der Pyrenäen ſie durch einen beſonderen Ausdruck unterſcheiden. Sie heißen im dortigen Dialekte »Oule«, was ſoviel heißen will, als Keſſel; mithin eine ſehr treffende Bezeichnung für dieſe eigenthümliche Bildung. Auch in den Alpen kommen an einigen Stellen ſolche mehr oder minder vollſtändige Keſſel vor, indeß iſt ihr Vorkommen nicht ſo allgemein als in den Pyrenäen.

§. 134. Die Längsthäler der Bergketten ziehen ſich meiſt mehr oder weniger parallel längs der Mittellinie der Kette hin und bezeichnen im Allgemeinen wichtige Wechſel in der Schichtenfolge. Oft erſcheinen ſie nur als einfache Einbiegungen und Knickungen der Schichten, veranlaßt durch parallele Hebungsrichtungen, wie dies namentlich im Jura öfter der Fall iſt; in den meiſten Fällen aber ſtellen ſie ſich als förmliche Riſſe auf dem Durchſchnitte dar, wo dann die Lippen der durchriſſenen Schichten die meiſt ſteilen Gehänge der Thäler auf beiden Seiten bilden und die tieferen Schichten den Thalgrund formiren. Auch bei den Querthälern kann es vorkommen, daß ſie nur einfache Einknickungen ſind, wie manche Längsthäler, indeß iſt dieſer Fall weit ſeltener. Oft kommt es vor, daß Längsthäler an irgend einer Stelle mit Querthälern in Verbindung ſtehen, ſo daß das Ganze die Form eines T oder eines Winkels beſitzt; zuweilen auch ſind ſie vollſtändig abgeſchloſſen, und bilden dann Seen oder Moräſte, deren Gewäſſer manchmal durch unterirdiſche Riſſe und Kanäle ihren Abfluß finden.

§. 135. Im Allgemeinen möchte es vielleicht zweckmäßig ſein, die einzelnen Arten der Thäler mehr nach ihrem Urſprunge zu claſſificiren, obgleich auch hier nothwendig der Uebelſtand eintritt, daß man theoretiſche Anſichten mehr oder minder in die Nomenclatur einführen muß. So würde man die Längs- und Querthäler der Bergketten, ganz abgeſehen davon, ob ſie nur Einknickungen, oder wirkliche Riſſe darſtellen, als Erhebungsthäler bezeichnen, da ſie derjenigen Kraft, welche die Ketten der Berge ſelbſt erhob, ihre Entſtehung verdanken, und man würde dazu noch diejenigen keſſelförmigen Thäler rechnen, welche offenbar einer gleichen Urſache eine Entſtehung verdanken, wenn auch ihre Form ſie weder als Längs- noch als Querthäler einzelner Ketten anſehen ließe. Beiſpiele ſolcher Erhebungsthäler in Keſſelform ſind nicht ſelten; ſie bieten einen ausgehöhlten Grund, in deſſen Umgebung ſich überall ſteile Berggehänge erheben, an denen die Köpfe der zerriſſenen Schichten ſichtbar ſind. Die Schichten fallen nach allen Seiten hin ab, wie an einer Bergkette, deren Kern von einem eruptiven Geſteine gebildet iſt; nur herrſcht hier der Unterſchied, daß der hebende Kern nicht zum Vorſchein gekommen, ſondern in der Tiefe geblieben iſt. Das Thal von

Pyrmont bildet ein ſchlagendes Beiſpiel dieſer Art. Der Thalgrund wird von ſenkrecht geſtellten, zerbröckelten Schichten bunten Sandſteines gebildet, deſſen äußere Schichten ſteil nach außen abfallen, die Gehänge des Thales bildet der weniger ſteil abfallende Muſchelkalk und die oberſten Spitzen und Schichten der beiden höchſten Punkte des Bomberges (1136 Fuß) und Mühlberges (1107 Fuß) werden von Keuper gebildet.

Fig. 25. Durchſchnitt des Thales von Pyrmont. *a* bunter Sandſtein, im Thalgrunde, wo die Quellen hervorbrechen, zerbröckelt. *b* Muſchelkalk. *c* Keuper.

Fig. 25 a.

Wohl zu unterſcheiden von dieſen Thälern ſind diejenigen, welche in §. 13
ebenen Gegenden verlaufen und meiſt das Reſultat zerſtörender Einflüſſe, namentlich des Waſſers, ſind. Viele ſolcher Thäler ſind nur Rinnen, ausgeſpült durch das Waſſer, das in ihnen jetzt noch ſtrömt oder früher ſtrömte, andere ſind mehr oder weniger breite Zwiſchenräume zwiſchen verſchiedenen Bergketten, deren Grund zuweilen erſt durch die Anſchwemmungen der Gewäſſer geebnet wurde. So iſt das weite Rheinthal von Baſel bis Mainz nur der Zwiſchenraum zwiſchen den beiden Erhebungslinien des Schwarzwaldes und der Vogeſen, deſſen Grund durch alte und neue Anſchwemmungen ausgefüllt wurde. Wir werden auf dieſe Thäler der ebenen Gegenden an einem andern Orte zurückkommen; es genügt hier, ſie angeführt zu haben.

Ueberhaupt variiren hier die Verhältniſſe der Thäler zu den Ketten, ſowie §. 13
der integrirenden Theile der Ketten unter ſich auf das Mannichfachſte. Sehr oft erſcheinen die Thäler nur als einfache Riſſe, die mehr oder minder tief in das Innere eindringen und an deren Wänden die Schichten ſo ſehr in regelmäßiger Folge über einander liegen und einander entſprechen, daß man in Gedanken den leeren Raum leicht mit den fehlenden Schichtenſtücken ausfüllen kann. Die Thäler zeigen in ſolchen Fällen meiſt Terraſſen, die den einzelnen Schichten entſprechen, und dieſe Terraſſen entſprechen einander auf beiden Seiten vollkommen. Dieſer eigenthümliche Charakter der Thäler als Riſſe zeigt ſich namentlich oft ſehr deutlich an einzelnſtehenden Kegelbergen, an deren Seiten divergirende Längsſchründe herablaufen, die alle gegen den Gipfel des Kegels hin gerichtet ſind. Die in ſolchen Fällen zwiſchen den Thälern ſtehen bleibenden Stücke des Berges zeigen dann die Form von mehr oder minder regelmäßigen Pyramiden, deren Spitzen ſchief nach

innen gerichtet ſind, und deren äußerer Abfall meiſt ſehr ſanft iſt. Oft exiſtirt bei ſolchen Kegelbergen die mittelere Spitze, wie in der Fig. 26, die einen Plan, und Fig. 27 einen Durchſchnitt eines ſolchen Kegelberges darſtellt; oft aber auch fehlt dieſe mittlere Spitze ganz, und iſt durch einen tiefen Keſſel, ja zuweilen ſelbſt durch ein mit Waſſer erfülltes Becken erſetzt, wo dann Formen, wie die in Fig. 28 u. 29 im Plan und Durchſchnitte dargeſtellte entſtehen. Die dem inneren Kreisbecken zugewandten Wände ſind alsdann außerordentlich ſteil, faſt ſenkrecht, und bilden einen auffallenden Contraſt gegen die weit ſanfter anſteigenden äußeren Gehänge des Kegels.

Fig. 26.

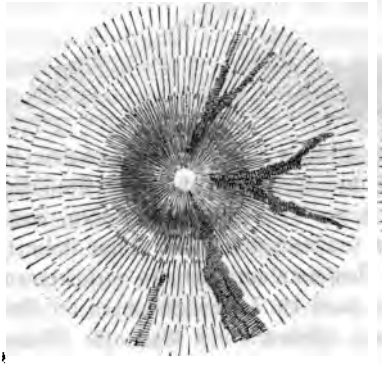


Fig. 28.

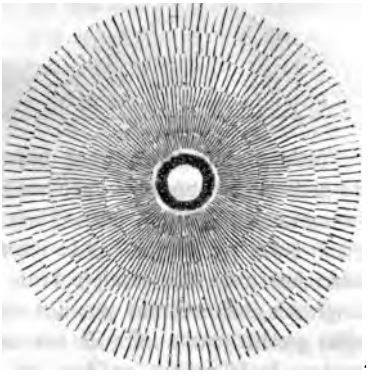


Fig. 27.

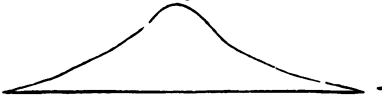


Fig. 29.

§. 138. Aehnliche Fälle können begreiflicher Weiſe aber auch eintreten, wenn der mittlere Kern eine Ellipſe oder ein langgezogenes Oval vorſtellt. Namentlich aber bei Ketten, welche einen Centralkern von anderer Structur beſitzen, als die angelehnten äußeren Maſſen, treten die auffallendſten Modificationen auf. Der natürlichſte und einfachſte Fall iſt natürlich der, wo der mittlere Centralkern zugleich die Höhenlinie darſtellt, und wo die angelehnten Maſſen durch Längsthäler zwar davon verſchieden ſind und zwei ſeitliche erhabene Linien bilden, welche aber an Höhe die Mittellinie des Centralkernes nicht erreichen. Der Durchſchnitt einer ſolchen Kette iſt in Fig. 30 dargeſtellt. Zuweilen aber erhebt ſich der Centralkern nicht, ſondern bleibt in der Tiefe, entweder ganz unſichtbar oder nur als kleine unſcheinbare Kuppe, Fig. 31, und dann bieten die angelehnten Maſſen zwei ſeitliche Zinnen dar, die aber nur ſelten von gleicher Höhe ſind und in der Mitte durch ein tiefes Thal getrennt werden. In anderen Fällen überwiegt die

eine Lippe bedeutend, Fig. 32. Die Höhenzinne iſt dann ganz auf die eine Seite der Kette übertragen, die andere Lippe der angelehnten Geſteine ſinkt zurück, ebenſo der Centralkern, und wenn nun gar dieſe Theile, wie in Fig. 33, unter Waſſer oder unter Alluvien verdeckt werden, ſo zeigt ſich nur die eine Lippe, und die ganze Kette ſcheint nur aus dieſer zu beſtehen, während in Wahrheit die entſprechenden Theile nur verdeckt ſind.

Auf dieſe Weiſe können oft Ketten, die aus vielen einzelnen Elementen beſtehen, in durchaus rudimentären Zuſtand verſetzt werden, und erſt das Studium ihrer inneren Structur kann dann nöthigen Aufſchluß ertheilen.

Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 33.

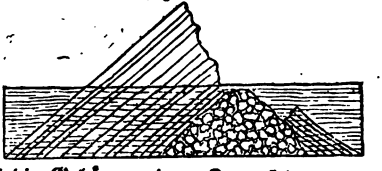


Fig. 32.

Schon früher wurde bemerkt, daß die Gehänge einer Kette ſelten nur §. 13
auf beiden Seiten gleich ſeien, ſondern daß meiſt auf der einen dieſelben weit ſteiler und tiefer wären, als auf der andern. Dieſe Thatſache gilt faſt für die meiſten Bergketten, und wenn der Fall eintritt, ſo iſt er meiſt noch mit einer andern Bildung vergeſellſchaftet, welche das Verhältniß noch auffallender macht. Die Gipfel finden ſich dann nämlich meiſt näher an der ſteilen, abgeriſſenen Seite, als an derjenigen, welche allmählich abfallend in ein Hochplateau übergeht. Der Anblick ſolcher Ketten von der ſteilen Seite her iſt dann ungemein überraſchend und impoſant, weil ſie die ganze Höhe ihrer Wände dem Auge zuwenden, während von der andern Seite her, wo man ſchon ſehr entfernt ſtehen, oder aber ſie von dem erhöheten Standpunkte des Plateau's aus betrachten muß, ſie weit weniger impoſant und oft ſogar nur unbedeutend erſcheinen. Beiſpiele ſolcher Bildung fehlen nicht; ſo ſind die Vogeſen weit ſteiler auf der dem Rheine zugekehrten Seite, und ihre Hochgipfel ſtehen der Rheinebene ganz nahe; die ſcandinaviſchen Alpen ſind weit ſteiler gegen Norwegen und das Meer hin, als gegen Schweden; die Alpen ſteiler auf der italieniſchen Seite u. ſ. w. Viele Gebirge aber begnügen ſich nicht mit einer einzigen Höhenzinne; ſie haben deren zwei oder noch mehr; ſo muß man, um von der weſtlichen Schweiz durch das Wallis nach Italien zu gelangen, zwei gewaltige Kämme überſteigen, nämlich die Kette der Berner Alpen und diejenige des Monte Roſa,

ehe man in die Ebenen der Lombardei anlangt; so zeigen die Anden bei Quito zwar nur eine breite Hauptmauer, auf der aber in zwei Parallelreihen die Gipfel aufgepflanzt sind, zwischen denen ein vertieftes Thal, das Plateau von Quito, sich hinzieht. Alle diese verschiedenen Formen hängen meist von der inneren Structur der Ketten ab, und können erst dann in ihrer Gesetzmäßigkeit aufgefaßt werden, wenn diese letztere bekannt ist.

§. 140. Fast in allen Bergketten finden sich die eben bezeichneten Verhältnisse auf das Mannichfachste unter einander vor, und an der einen Stelle ist bald dieser, an der andern jener Theil stärker entwickelt und hervorgehoben, wodurch eben den einzelnen Localitäten ihr eigenthümlicher Charakter bewahrt wird. In den meisten Ketten hängt aber auch diese Mannichfaltigkeit von dem Vorhandensein eines ungeschichteten Centralkernes ab, um welchen sich die einzelnen geschichteten Gesteine in ihrer Aufeinanderlagerung gruppiren. Meistens bleiben auch diese geschichteten Gesteine nicht in so einfachen Verhältnissen; oft sind sie so sehr unter einander geworfen, gedreht und gebogen, daß es sehr schwer hält, den Centralkern und die ursprüngliche Axe seiner Ellipse zu erkennen. Die Schichten liegen oft fast horizontal, aber dies nur in Ebenen; in den Gebirgen sind sie mehr oder weniger emporgehoben, zuweilen selbst so bedeutend, daß sie vertical aufgerichtet und in einzelnen Fällen sogar überstürzt sind, so daß die ursprünglich unteren Schichten auf den oberen zu liegen scheinen. Die verschiedenen Unebenheiten des Terrains, welche aus diesen mannichfachen Verhältnissen hervorgehen, sind äußerst complicirt in einzelnen Fällen; im Allgemeinen indeß kann man die Thalrisse, wo die Schichten wirklich in ihrer Continuität getrennt und dadurch Thäler hervorgebracht worden sind, von den Einbiegungsthälern unterscheiden, in welchen natürlich der Zusammenhang der einzelnen Schichten nicht getrennt, sondern nur durch die zellenförmigen Faltungen derselben Thäler entstanden sind, die aber meist weit sanfter sind und weit geringeren Abfall zeigen an ihren Wänden, als die Thalrisse.

Fig. 34.

a Zerreißungsthäler b Einbiegungsthäler.

§. 141. Es ist aus diesen hier angeführten Beispielen leicht ersichtlich, in welchem engen Verhältniß die Stratigraphie oder die Anatomie der Gebirgsmassen zu ihrer äußeren Form steht. Ohne die Kenntniß der einzelnen Schichten, ohne die Kenntniß der Zusammensetzung der Gebirgsketten aus ihren einzelnen Gliedern ist es rein unmöglich, ein genaues Bild der einzel-

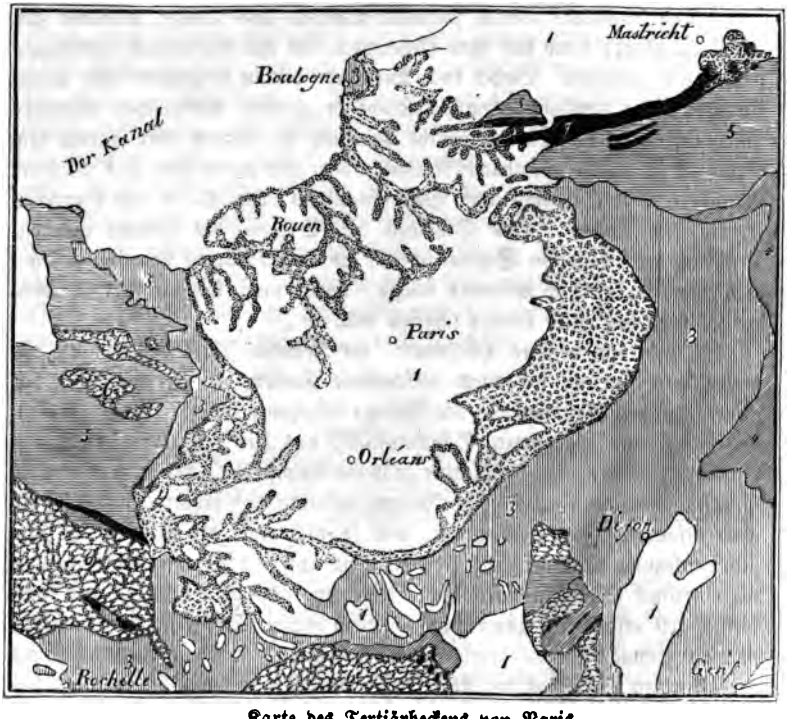
nen Formen des Reliefs unſerer Erdrinde ſich zu verſchaffen, und dieſe Kenntniß eben iſt es, welche die Geologie ſich zum Ziele geſetzt hat.

Betrachtet man die Erdrinde im Großen, ſo wie ſie in der Fläche ſowohl, als auch in tieferen Riſſen ſich darſtellt, ſo zeigt ſich eine Uebereinanderlagerung von einzelnen Stücken, die oft eine bedeutend große Ausdehnung haben und die wie eine Moſaik in einander gefügt ſind. Man gewahrt bald, daß eine weſentliche Verſchiedenheit in Structur und Zuſammenſetzung dieſer Stücke herrſcht, und daß dieſe mit gewiſſen Eigenthümlichkeiten des Bodens, ja mit der ganzen Beſchaffenheit eines Landſtriches oft auf das Innigſte zuſammenhängen. Es ſind hier nicht allein die Reichthümer, welche der Boden an ſich ſchon in ſeinen mineralogiſchen Beſtandtheilen darbietet, in Betracht zu ziehen; es verſteht ſich von ſelbſt, daß Steinkohlen, Metalle, Edelſteine, ja ſelbſt gute Bauſteine, nicht zuſammen an allen Stellen in derſelben Menge vorkommen, ſondern daß vielmehr an dem einen Orte dieſe, an dem andern jene ſpecielle mineralogiſche Nutzſubſtanz ſich finde; ſondern es hängen damit auch äußere Erſcheinungen der mannichfaltigſten Art zuſammen. Die eine Gegend prangt mit der üppigſten Vegetation; die Felder ſind fruchtbar, überall ſprudeln Quellen und Bäche; während zur Seite ein dürres Land faſt ohne Vegetation, das nur kümmerlich den Bauer nährt, ſich ausdehnt. Woher dieſe Verſchiedenheit in Gegenden, die neben einander unter demſelben Himmelsſtriche in gleichen klimatiſchen Verhältniſſen ſich finden? Die geologiſche Kenntniß der Gegend wird ſogleich den Schlüſſel zu dieſem ſcheinbaren Räthſel geben, und nachweiſen, aus welchem Grunde hier Fruchtbarkeit und Waſſerreichthum, dort Dürre und ärmlicher Ertrag ſich finden. Das Studium der Structur des Bodens und die Kenntniß der beſonderen Schichtentheile, die eine beſtimmte Localität zuſammenſetzen, iſt demnach durchaus nöthig, wenn man ſich ein Urtheil über die Hülfsquellen eines Landes ſchaffen will.

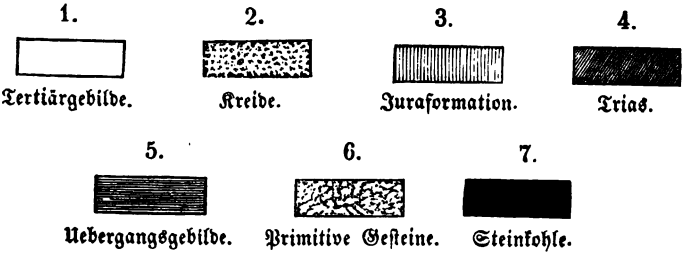
Es giebt kein beſſeres Hülfsmittel zur Kenntniß eines Landes, als die §. 14
geologiſchen Karten, wo durch verſchiedene Farben die Verſchiedenheit der mineralogiſchen Beſtandtheile des Bodens angegeben wird. Jedes einzelne in ſich beſtimmt abgegrenzte Schichtenſtück, das zur Zuſammenſetzung der Erdrinde eingeht, oder bei Karten größerer Landſtriche, wo man kleineren Maßſtab anwenden muß, jede Gruppe zuſammengehörender Theile iſt mit einer beſonderen Farbe bezeichnet, und ſo nicht nur die moſaikartige Zuſammenſetzung der Oberfläche, ſondern meiſt auch die Nebeneinanderlagerung der einzelnen Schichten durch dieſe Colorirung gegeben. Letztere kann man freilich erſt erſchließen, wenn man ſchon an anderen Orten ſich mit derſelben vertraut gemacht hat; — einigermaßen indeß wird ſie ſchon durch die Form der gefärbten Flecke auf der Karte klar. Bei dem erſten Blick nämlich, den man auf eine ſolche Karte von Frankreich oder Deutſchland wirft, gewahrt

man zwei ſehr verſchiedene Geſtalten von Flecken; die einen ſind breit, mehr oder weniger rundlich, während andere Farben meiſt nur ſchmale Bänder darſtellen, welche ſich oft mehr oder weniger kreisförmig um die runden Farbenflecke umherſchlingen. Die erſteren breit angelegten Farben gehören den oberflächlichen, die bandförmig aufgetragenen den tieferen Schichten an, die nur hie und da zu Tage kommen. Auf einer Karte können natürlich nur die Ausdehnungen aufgetragen werden, welche ſich wirklich auf der Oberfläche zeigen; da aber die meiſten Schichten flächenartig über einander abgelagert ſind, ſo iſt es natürlich, daß die tieferen nur da auf der Karte ſich finden, wo ſie durch beſondere Umſtände an die Oberfläche gelangen. Es folgt demnach aus dem Anblick einer Karte noch nicht die vollſtändige Ausdehnung der einzelnen Schichten, ſondern man erhält nur die der oberflächlichſten; die Schichten, welche durch bandförmige Streifen angedeutet ſind, haben ſogar oft eine größere Ausdehnung als die oberflächlichen, indem ſie unter dieſen weggehen und auf beiden Seiten mit ihren Kanten erſcheinen. Beiſtehende Karte der Umgegend von Paris, Fig. 35, zeigt ein ſolches Beiſpiel.

Fig. 35.

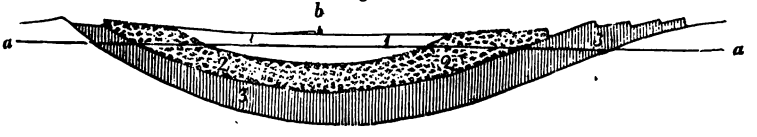


Karte des Tertiärbeckens von Paris,



In der Mitte findet ſich eine Ausdehnung tertiärer Schichten, um welche herum ſich ein ſchmaler Saum von Kreide zeigt. Die Kreide nimmt auf dem Plane nur ſehr wenig Raum ein; ſie iſt umgeben von einem zweiten Saume juraſſiſcher Schichten; macht man aber einen Durchſchnitt des Planes, Fig. 36, ſo zeigt ſich, daß die Kreide ein Becken bildet, auf welchem

Fig. 36.



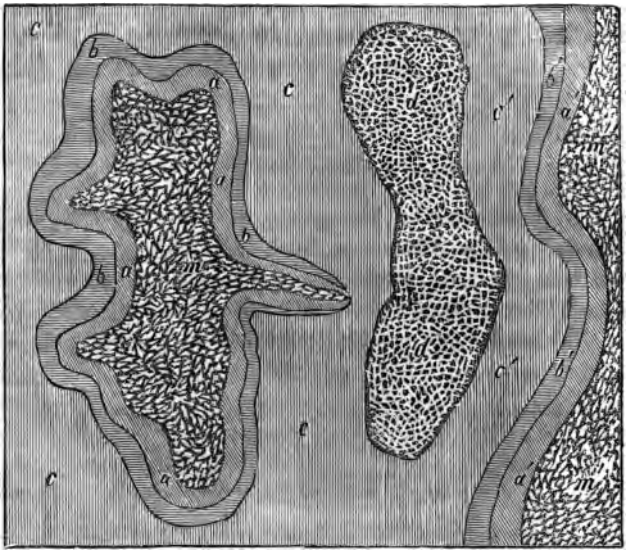
Durchſchnitt des Pariſer Beckens von Oſt nach Weſt.
a. Meeresniveau. *b.* Paris

die tertiären Schichten aufgelagert ſind, und daß demnach die Kreideſchichten dennoch einen größeren Flächenraum einnehmen, als die tertiären, und daß die juraſſiſchen Schichten eine zweite Schale bilden, in welcher die beiden vorgehenden Gebilde abgelagert ſind.

Ein umgekehrtes Verhältniß findet bei den Bergketten Statt. Hier §. 14
findet ſich ebenfalls auf den geologiſchen Karten oft ein mehr oder minder elliptiſcher, aber doch meiſt bedeutend in die Länge gezogener Kern von einer gewiſſen Farbe vor, um welchen ſich die anderen Farben in ſchmalen Bändern herumſchlingen. Man braucht ſich hier nur zu vergegenwärtigen, daß der Kern meiſtens aus tieferen Maſſen beſteht, um welche ſich die übrigen oberflächlicheren Schichten anlegen, um ſogleich den Schlüſſel zu der Beurtheilung der Karte zu finden. Während bei den Becken der ebenen Gegenden demnach der innere centrale Fleck die oberflächlichſte Schicht, die umgebenden bandartigen Streifen um ſo tiefere Schichten darſtellen, je weiter entfernt ſie vom Mittelpunkte ſich umſchlingen, ſo iſt dies bei den Ketten gerade umgekehrt. Der innere Fleck bezeichnet die tiefſte Schicht, und je weiter ein Farbenband davon entfernt iſt, deſto oberflächlicher iſt die Schicht, welche es bezeichnet. Auch dies wird leicht durch eine Zeichnung erläutert.

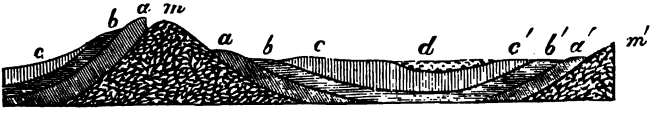
Es ſei Fig. 37 eine elliptiſche Bergkette mit einem Centralkerne m, um

Fig. 37.



welche herum ſich drei verſchiedene Farbenbänder ſchlingen, a, b und c. In der Nähe dieſer Kette ſei eine oberflächliche Anhäufung von Schichten, d, in einem Becken. Entwerfen wir nun den Durchſchnitt des Planes, Fig. 38, ſo zeigen ſich die Bänder in der Ordnung $a\ b\ c$, wenn man vom Cen-

Fig. 38.



tralkerne aus nach links oder rechts geht, während ſie in der Nähe des flachen Beckens in der Ordnung $c\ b\ a$ auftreten, aus dem einfachen Grunde, weil in dem letztern Falle die im Mittelpunkte erſcheinenden Maſſen aufgelagert, in dem erſteren von innen heraus durchgebrochen ſind. Auf der andern Seite, wo ein zweiter Durchbruch eines andern Kernes m' ſtattfindet, zeigen ſich die Schichten wieder in derſelben Lage und Reihenfolge dieſem neuen Durchbruche gegenüber, wie bei dem Durchbruche m.

144. Eine Täuſchung, welcher man bei Beſchauung geologiſcher Karten oft anheim fällt, verdient hier noch Erwähnung. Oft nämlich ſieht man, namentlich bei Bergketten, ſchmale Ausläufer des Centralkernes weit in das Land hinein ſich erſtrecken, oft auch nur an einzelnen Stellen, hie und da

eine tieferen Schichten gehörende Farbe auftreten, und glaubt dann mit einer ſehr verwickelten Structur zu thun zu haben. Dies iſt aber oft gar nicht der Fall, ſondern dieſe Ausläufer und ſchmalen Streifen deuten nur Thalriſſe an, wo die oben liegenden Schichten bis auf eine gewiſſe Tiefe geſpalten und dadurch die unterliegenden Schichten an die Außenfläche gebracht ſind. Ein einfacher Berg aus einem Centralkerne und einem einzigen aufliegenden Schichtenſyſteme beſtehend, kann auf dieſe Weiſe, wenn die Decke an mehren Stellen zerſpalten iſt, auf der Karte ein ſehr complicirtes Anſehen annehmen.

Der Anblick einer Karte, welche das Relief einer Gegend giebt und de- §. 14
ren geologiſche Färbung zugleich die verſchiedenen Maſſen, welche die Oberflächen zuſammenſetzen, wahrnehmen läßt, kann demnach ſchon viel zur Erkenntniß der Natur eines Landes thun; zu genauerer Anſchauung aber gehören noch Profile und Durchſchnitte, welche die Uebereinanderlagerung der einzelnen Schichten klar in's Auge fallen laſſen. Bei Anfertigung ſolcher Profile aber treten eigenthümliche Schwierigkeiten hervor, auf die man leider nicht genug Rückſicht nimmt.

Unſer Auge erhöht nämlich unwillkürlich die Berge, und läßt ihre Abhänge weit ſteiler erſcheinen, als ſie in der That ſind. Dieſe Täuſchung iſt nicht etwa künſtlich oder in unſerer Einbildungskraft begründet, ſondern ſie liegt in der Organiſation unſeres Auges ſo ſehr, daß eine Zeichnung, welche das wahre Profil eines Berges giebt, durchaus unkenntlich iſt, und daß man demnach Umriſſe und Zeichnungen, welche man durch mathematiſche Hülfsmittel oder mittelſt der Camera lucida oder obscura genommen hat, nicht in ihrer wahren Geſtalt vorlegen kann, ſondern ihre Höhe verdreifachen und vervierfachen muß, um die Gegend Anderen kenntlich zu machen. Deshalb erſcheinen auch die daguerreotypiſchen Platten ſo wenig pittoresk, die Berge im Hintergrunde ſo klein und unſcheinbar, eben weil ſie die wahren Dimenſionen, nicht aber diejenigen geben, welche unſer Auge unwillkürlich ſich bildet. Der Aetna, den Pindar die Säule des Himmels nennt, den alle Welt als einen hohen, ſpitzen Kegelberg beſchreibt, iſt auf einem mit der dunkelen Kammer gezeichneten Umriſſe durchaus unkenntlich, ſo gering iſt ſeine Höhe, ſo ſanft ſein Abhang nach beiden Seiten.

Aus dieſem ganz natürlichen Verhältniſſe entſteht aber ein großer Uebel- §. 14
ſtand für die geologiſchen Profile. Man kann dieſe nicht anders zeichnen, als indem man die Höhe im Verhältniß zur Baſis bedeutend vergrößert, ſo daß meiſt man die zehnfache Höhe zur einfachen Baſis nehmen muß. Würde man dies nicht thun, ſo erſchienen die Profile durchaus unkenntlich, und meiſt ſogar würde es unmöglich ſein, in der Zeichnung die Verhältniſſe der einzelnen Schichten zu einander darzulegen. Nun trägt man in dieſe einſeitig verzerrten Profile die verſchiedenen Schichten ein. Dieſe ſind überall

gleichförmig dick, man macht sie also auf der Zeichnung ebenfalls gleichförmig dick. Für die Anschauung des Bildes, für seine Vergleichung mit der Natur ist das Ganze vollkommen richtig, allein es führt zu total falschen Anwendungen, und sobald auf solche Profile dann irgend eine Arbeit, die im betreffenden Boden selbst ausgeführt werden soll, gegründet wird, so führt dies zu den bedeutendsten Fehlern. Ein Beispiel möge dies erläutern. Gesetzt, man habe einen aus mehren Schichtensystemen zusammengesetzten Berg, durch welchen man einen Tunnel brechen will. Es befindet sich unter diesen Schichten Kalk, Mergel, Sand, und man will wissen, welche von diesen Schichten man antreffen wird und wie groß die Erstreckung des Tunnels in der auf den folgenden Figuren durch Schraffirung angedeuteten Mergelschicht sein wird, eine Frage, die auf den Kostenvoranschlag, ja auf die Ausführung des ganzen Unternehmens den bedeutendsten Einfluß haben muß. Wie soll sich nun der Ingenieur benehmen? Nimmt er das vom Geologen gelieferte Profil, Fig. 39, reducirt er die Höhe auf ein Fünftel, indem er die Basis beibehält, da die Höhe um das Fünffache übertrieben ist, und verfährt er auf gleiche Weise mit den Schichten, so erhält er die Carricatur Fig. 40, die zwar in ihrem äußeren Profile dem wirk-

Fig. 39.

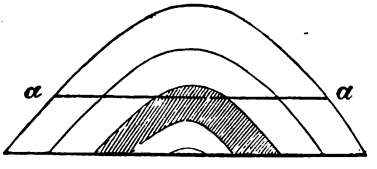


Fig. 40.

lichen Berge entspricht, nicht aber in ihrem Inneren, denn die Schichten bilden darin natürlich Menisken, die außen viel dicker sind, als innen, was doch in der That der Fall nicht ist. Die wahre Gestalt des Berges ist die Fig. 41 angegebene, seine Structur und die Schichtenlage verhält sich so, wie in dieser Figur es gezeichnet ist. Der Tunnel wird deshalb bei *a* durch den Mergel gehen. Hätte man das Profil des Geologen ohne Weiteres benutzt, so würde man nur die in Fig. 39 angegebene Erstreckung erhalten haben, und demnach in den gröbsten Irrthum gefallen sein, indem man die Länge der Strecke, welche im Mergel verläuft, viel zu kurz angeschlagen hätte. Andererseits ist auch dem Geologen es unmöglich, sein Profil in anderer Weise darzustellen. Will er die wahren Verhältnisse, wie sie in der Natur vorhanden sind, darstellen, so gleicht das Bild, welches er giebt, dem Gegenstande durchaus nicht, und kein nachfolgender Beobachter würde den Berg erkennen, von dem man spricht; übertreibt man die Höhe, so müßte man auch die Dicke der Schichten in der Mitte übertreiben und diese als in der Höhe dickere Halbmonde aufzeichnen, was zwar dann ein auf die natürlichen Verhältnisse reducir-

bares Bild gäbe, aber dann wieder nicht der Natur gleichen würde, denn eine Zeichnung, wie die in Fig. 42 gegebene, würde wahrlich Jedermann nur für eine Carricatur halten, obgleich sie nach mathematischen Grundsätzen die einzig richtige sein würde.

Fig. 42.

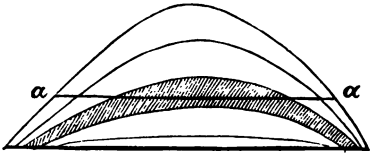


Fig. 41.

Die Gestalten, welche die Erhabenheiten auf unserer Erdrinde darbieten, §. 14
hängen meist mit ihrer inneren Structur auf das Innigste zusammen, und können danach in mehre Kategorien zerfällt werden. Dieser Zusammenhang der äußeren Form mit der inneren Structur der Gebirge ist so innig, daß ein geübtes Auge stets mit Sicherheit schon aus der Ferne die Gruppe erkennt, zu welcher die Berge gehören, und deshalb oft schon bloß aus dem Anblick ihre Zusammensetzung im Großen errathen kann.

Die eine dieser Formen ist bedingt durch die Aufschüttung loser, §. 14
unzusammenhängender Materialien. Es ist natürlich, daß die Gestalt dieser Massen einerseits nach der Größe und Trockenheit der Materialien selbst, andererseits aber auch nach der Natur der Agentien, welch sie aufschütten, bedeutend verschieden sein können. Ein frappantes Beispiel von dieser Erscheinung bieten die sandigen Meeresufer dar, Fig. 43. Dort bilden sich längs des Strandes fortlaufende Hügelreihen, deren Fuß beständig von dem Meere ab und überwaschen wird, wodurch der Sand einen Winkel erhält, der seiner Fallrichtung analog ist. Dahinter strecken sich dann die beweglichen Hügelreihen der Dünen aus, die von dem Winde bald hier, bald dort zusammengeweht, vom Wasser auf ihrer Seeseite abgespült werden, und so lange Hügelreihen darstellen, die nach dem Lande zu einen steilen, nach der See zu einen sanften Abfallwinkel besitzen. Eine ähnliche Form bieten die vulcanischen Eruptionskegel, Fig. 44, welche durch Schlacken, Asche und

Fig. 43.

Düne.

Fig. 44.

Vulcan.

feine Lapilli gebildet ſind, die aus dem Schlote des Vulcanes hervorgetrieben und nach allen Seiten aufgeſchüttet werden. Unterſucht man einen ſolchen Eruptionskegel genauer, ſo erſcheint ſein Durchſchnitt etwa wie wenn er aus zwei Dünen zuſammengeſetzt wäre, deren ſteile Seiten einander zugekehrt wären; die äußeren Seiten des Kegels bilden ſanfte Abhachungen, welche dem Winkel entſprechen, den aufgeſchüttete Maſſen, z. B. Getreidekörner, bilden; nach innen, an den Seiten des Kamines, ſind die Schichten ſteiler eingeſtellt und bilden ſo ſucceſſive Röhren oder Belegungsſchichten um den Schlot des vulcaniſchen Kraters herum.

Auch in anderen Verhältniſſen kommen dieſe Aufſchüttungsformen, wenn auch nicht an ganzen Bergen, ſo doch an einzelnen Stellen vor. So trifft man in den Alpen und anderen Gebirgen eine Menge ſogenannter Schuttkegel, wo nämlich durch Rinnen loſe Materialien in die Thäler herabſtürzen und dort Halbkegel bilden, die mit dem Rücken an den Felswänden anlehnen und meiſt verhältnißmäßig einen ſehr ſteilen Abhang darbieten. Auf der andern Seite bilden die Flüſſe und Bäche, welche in tiefere Waſſerbecken, in das Meer oder in Seen fallen, ſolche Aufſchüttungen, deren Winkel aber hier, wo die Aufſchüttung in einem dichteren Stadium, nämlich im Waſſer geſchieht, weit geringer iſt, als der in der Luft angehäuften Schuttkegel.

§. 149. Unter den Formen, welche von Gebirgen gebildet werden, die aus feſten Materialien zuſammengeſetzt werden, kann man vier Klaſſen unterſcheiden, die ſich auf beſtimmte Structur des Inneren beziehen.

1. Geſtalten, welche aus einer unbeſtimmten Structur des Inneren hervorgehen. Im Ganzen iſt dieſe unbeſtimmte Structur ſelten; ſie findet ſich nur in ungeſchichteten, kryſtalliniſchen Geſteinen, die nach allen Richtungen von Spalten durchkreuzt ſind. In den meiſten kryſtalliniſchen Gebirgen haben die Spalten doch eine beſtimmte, gleichförmige Richtung nach einer oder mehren divergirenden Flächen; es kommt aber zuweilen vor, daß dies nicht der Fall iſt und daß die ganzen Maſſen dergeſtalt zerſplittert ſind, daß man im ganzen Gebirge keinen Block von einigen Metern Durchmeſſer auffinden könnte. In ſolchen Fällen verwittern dann auch die mineraliſchen Maſſen äußerſt leicht, und es kann dann keine abgeriſſene ſteile Form in dieſen Gebirgen vorkommen, weil eben dieſe ſcharfen Abſätze verwittern und zuſammenſtürzen. Gebirge und einzelne Berge mit ſolcher unbeſtimmter innerer Structur bilden mehr oder minder hohe rundliche Kuppen mit gefälligen Begrenzungslinien, aber wenig pittoresken Formen; meiſt ſtehen ſie in gewiſſen Richtungslinien zu einander und bieten dann aus der Ferne den Anblick hinter einander geſtellter Maulwurfshügel dar. Die Vogeſen bieten in vielen ihrer Gipfel ſolche Berge dar und der geſunde Volksſinn hat dieſe eigenthümliche Geſtalt ſcharf erfaßt, indem er dieſen Bergen der Vogeſen den bezeichnenden Namen der Belchen (Ballons)

beigelegt hat. Ihre rundliche Kuppenform verdient in der That mit einem Ballon verglichen zu werden.

2. Geſtalten, welche aus tafelförmiger Abſonderung ihrer §. 150.
bildenden Maſſe hervorgehen. In den meiſten Gebirgen, welche aus angeſchichteten, kryſtalliniſchen Maſſen gebildet ſind, finden ſich doch beſondere Spaltflächen, die vorzugsweiſe nach einer ſpeciellen Richtung gelegt ſind und ſo eine tafelförmige Abſonderung bedingen. Verwittert das Gebirge, ſo löſen ſich dieſen Richtungslinien zufolge die Stücke in gewaltigen breiten, mehr oder weniger dicken Maſſen ab, wie dies bei den meiſten Granit- und Gneißgebirgen der Fall iſt. Sind nun dieſe Tafeln mehr oder minder ſenkrecht aufgerichtet, und noch obenein aus feſten, ſchwer verwitternden Maſſen gebildet, ſo entſtehen daraus die wunderlichſten, kühnſten Formen, wie dies namentlich in den Alpen auf das Schönſte hervortritt. Die Aelpler unterſcheiden auch dieſe Formen durch beſondere Namen: Hörner, Stöcke, Aiguilles, Dents, weil ſie in der That mit dieſen Gegenſtänden große Aehnlichkeit darbieten. Laufen dieſe ſcharfen Tafeln in langer Linie fort, wie denn die Richtungslinien der Abſonderung meiſt in beſtimmter Beziehung zu der Axe der Bergkette ſelbſt ſtehen, ſo werden dadurch ſcharfe Kämme oder Gräten gebildet, welche, von der Seite geſehen, wie ſpitze Pyramiden ausſehen. In anderen Fällen ſind dieſe Kämme zerriſſen, der größte Theil zerſtört und dann bleibt nur eine einfache Nadel übrig, die wie ein Zahn in die Luft ſteht. Am Montblanc (Fig. 45) namentlich tritt

Fig. 45.

Kette des Montblanc vom Breven aus.

a. Chamouni. b. Montblanc. c. Mer de glace. d. Bossons-gletscher. e. Aiguille verte. f. Dôme du Goutè. g. Montanvert.

dieſe letztere Form deutlich hervor, während in den Berner Alpen mehr die

langen Kämme oder Gräten ausgebildet sind. Die kühnen Gestalten und scharfen Linien, wodurch die Gebirgsformen dieser Klasse in pittoresker Hinsicht sich so sehr auszeichnen, hängen hauptsächlich von der Zusammensetzung ihrer Masse ab, die den atmosphärischen Einflüssen sehr kräftig widersteht, nur sehr wenig verwittert und deshalb stets frische Brüche und scharfe Winkel darbietet. Da, wo dieser Widerstand gegen den zerstörenden Einfluß der Atmosphäre geringer ist, da treten auch an den verwitternden Gesteinen solche scharfe Formen nicht hervor, weil sie bald zerstört werden und in gefälligere sanftere Formen übergehen.

151. 3. Gestalten, aus *prismatischen Absonderungsflächen* der *bildenden Masse* hervorgegangen. Solche Formen kommen im Vergleich zu den vorhergehenden nur äußerst selten und nur bei Massen vor, welche in völligem Fluß gewesen und regelmäßig erkaltet sind. Die Basalte bieten das prägnanteste Beispiel dieser Formen. Sie sind alle in senkrechte Prismen zerschnitten, welche meist sechsseitig sind, oft aber, bei mehr oder minder regelmäßiger Abkühlung, nur dreiseitig, manchmal selbst neun- und zehnseitig sind. Es ist leicht nachzuweisen, daß ein regelmäßig sich abkühlender feuriger Strom in solche Prismen bei der Erkältung sich zerspalten muß. Meist haben diese Basaltprismen 40 bis 60, oft aber auch mehre hundert Centimeter Dicke und sie bieten zuweilen so regelmäßige natürliche Säulenreihen, daß das Volk sie mit dem Namen »Orgelpfeifen« belegt, ein Ausdruck, der in der Ferne ziemlich richtig ist, in der Nähe aber von seinem Werthe verliert, da die einzelnen Säulen nicht runde Cylinder, sondern eckige Prismen bilden. Die Basalte im Ganzen bilden entweder rundliche Kuppen mit oft senkrechten seitlichen Abstürzen, oder aber lange fast horizontale Linien; — immer aber stehen die Prismen mehr oder weniger senkrecht auf der Grundfläche. Beispiele solcher prismatischen Absonderungen im Großen finden sich in allen Gegenden, wo alte Vulcane anzutreffen sind, und die Jedermann bekannte Fingalshöhle auf Staffa bildet eine der vorragendsten Erscheinungen dieser Art.

4. Gestalten, welche eine Folge der *Schichtung* sind. Diese Formen sind ohne Zweifel die häufigsten und mannichfaltigsten, da nicht nur die Schichtung selbst, sondern auch die Consistenz der Schichten, ihr Wechsel unter einander und ihre Lagerung in mehr oder minder horizontaler Lage die mannichfaltigsten Gestaltenwechsel herbeiführen können. Indessen lassen sich alle diese Gestalten, so mannichfaltig sie auch sein mögen, auf die gerade Fläche wieder zurückführen; alle noch so verschieden gestalteten Schichten und Blätter lassen sich entfalten, entwickeln, und keine Gestalt giebt es, die nicht dieser Entfaltung fähig wäre; aus dem einfachen Grunde, weil alle Schichten anfangs horizontale Flächen bildeten und erst später durch verschiedene Ursachen in die verwickelten Lagen gebracht wurden, in

welchen wir ſie jetzt ſehen. So erſcheinen in der beiliegenden Skizze des Thales von Bärſchwyl ſehr mannichfache Formen, die ſich aber bei genauerer Betrachtung als durchaus abhängig von der Schichtung zeigen (Fig. 46).

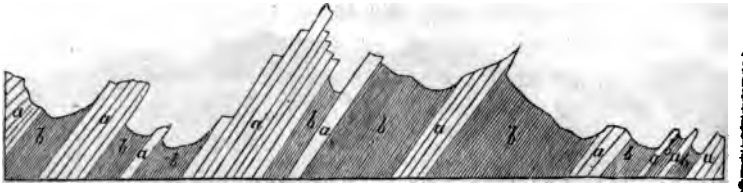
Fig. 46.

Gegend von Bärſchwyl im Solothurner Jura.

Auf den erſten Blick erſcheint die Schichtung übereinſtimmend mit der tafelförmigen Abſonderung, allein im Grunde iſt dies nicht daſſelbe. Die Sprungflächen bei den tafelförmigen Abſonderungen erſcheinen zwar parallel, entſprechen ſich aber unter einander nicht, ſo daß die ganze Maſſe dennoch ein zuſammenhängendes Ganze bildet. Die Schichten aber ſind durchweg getrennt, ſo weit man ſie auch verfolgen mag, und oft bedecken ſie ausgedehnte Strecken. Zudem behält eine Schicht in ihrer Flächenerſtreckung faſt ſtets die nämliche Dicke und auch faſt genau dieſelbe Zuſammenſetzung bei, ſo daß man oft in ſtundenweiter Erſtreckung dieſelbe Schicht an ihren einzelnen Kennzeichen wieder erkennen kann. Wenn indeß auf dieſe Weiſe die Schicht in ſich denſelben Charakter im Allgemeinen unverändert feſthält, ſo folgt daraus nicht, daß verſchiedene Schichten, die zu demſelben Syſteme gehören und über einander liegen, auch dieſelbe Zuſammenſetzung und Dicke beſäßen. Hier herrſchen im Gegentheile die größten Verſchiedenheiten, und es iſt durchaus nichts Ungewöhnliches, dicke, feſte, unverwitterbare Kalkſchichten zum Beiſpiel auf dünnen, blättrigen Schiefern, auf Lehm oder Mergel aufliegen zu ſehen, oder auch in mehrfachem Wechſel Kalkſteine, Sand, Mergel und wie alle die verſchiedenen Modificationen heißen mögen, zu finden und Schichten von der Dicke eines Meters und mehr mit papierdünnen Ablagerungen wechſelnd zu beobachten. Dieſe Verſchiedenheit in der Dicke der Schichten und in ihrem Widerſtande gegen die zerſtörenden Einflüſſe der Atmoſphäre bedingt ſchon die mannichfachſten Formgeſtalten. Oft, wenn die Schichten emporgerichtet ſind, bilden ſich durch Verwitterung mehr oder weniger dicker Zwiſchenlager ſeltſame, ſcharf ausgezackte Formen, indem die feſteren Schichten ſtehen bleiben; ſo wie z. B. die in dem bei-

ſtehenden Profile ausgedrückte Geſtalt, wo *a* die feſten, ſchroff bleibenden Schichten, *b* die lockeren und ausgewaſchenen Zwiſchenſchichten bezeichnet.

Fig. 47.



§. 153. In ſolchen Fällen können die auf dieſe Weiſe hergeſtellten Formen ſehr denjenigen ähnlich werden, welche aus tafelförmiger Ablagerung der Geſteine hervorgehen; indeſſen herrſcht hier immer noch der Unterſchied, daß bei den geſchichteten Geſteinen ſelten die Querriſſe vorhanden ſind, wodurch Nadelgeſtalten entſtehen, ſondern daß dann die Felſen lange fortziehende Kämme bilden. Auch in den Thalwänden wird durch dieſe verſchiedene Feſtigkeit der einzelnen über einander liegenden Schichten eine große Mannichfaltigkeit bedingt. Feſte, unverwitterbare Schichten werden in Thalriſſen ſchroffe, reine Ecken und Brüche darbieten, wie Fig. 48, während Schichten, die leicht verwittern, mehr oder minder ſanft abſchüſſige Gefälle darbieten, wie Fig. 49. Wechſeln beide Art Schichten mit einander ab, ſo entſtehen terraſſenartige Wände, Fig. 50, wo ſteile, treppenartige Abſätze (feſtere Schichten *a*) mit ſchiefen Abhängen (verwitterten Schichten *b*) wechſeln.

Fig. 48.

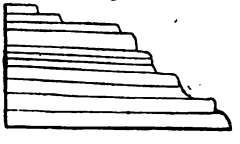
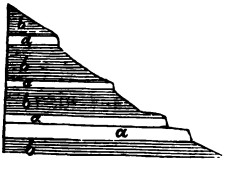


Fig. 49.

Fig. 50.



§. 154. Nicht nur in den Gebirgen aber, ſondern auch in den Ebenen hat die Schichtung den bedeutendſten Einfluß auf die Geſtaltung des Bodens. So finden ſich in den meiſten Gegenden die Plateau's durch quere Abſtürze der Schichten geendet, die Thäler durch die Begrenzungen der Schichten ſelbſt bedingt und die verſchiedenen Zuſtände der Stratification laſſen ſchon von vornherein auf das Relief des ebenen Landes ſchließen. Die Thäler, welche die Ebenen durchziehen, laufen entweder längs der Grenzen der einzelnen Schichten hin, oder aber ſie ſind dadurch entſtanden, daß an einzelnen Stellen die oberen Schichten entfernt, ausgewaſchen oder durchbrochen ſind. Das Relief des Bodens im ebenen Theile von Frankreich, Deutſchland, Rußland iſt einzig durch dieſe ſcheinbar unbedeutenden Verhältniſſe

des Schichtenwechsels bedingt. Darum sind es auch vorzugsweise die Flußthäler in den Ebenen, welche der Geologe aufsucht, wie die Durchbrüche und Steingruben in den Bergen, weil er in ihnen die Schichten in ihrer bestimmten Aufeinanderlagerung erblicken und oft in den Ebenen von wenig erhöheten Punkten aus bis in unabsehbare Fernen hin verfolgen kann.

Zweites Kapitel.

Lithologie.

§. 15 Wenn es gewiß ist, daß die Erdrinde aus verschiedenen mosaikförmig in einander gefügten oder über einander gelegten Stücken besteht, die in ihrer ganzen Ausbreitung sich so ziemlich in ihrer Zusammensetzung gleich bleiben, dagegen oft unter einander bedeutend verschieden sind, so erscheint es von der ersten Nothwendigkeit, diesen einzelnen Stücken Namen zu geben, welche eine bestimmte Bedeutung haben und die sich stets auf eine und dieselbe Art Gesteine beziehen. Die Benennung der Steine war schon weit früher in Anwendung, als man nur an Geologie oder Mineralogie dachte; ehe man noch einen Krystall oder eine Mineralspecies kannte, nannten schon Maurer und Architekten die verschiedenen Baumaterialien, welche sie unter den Händen hatten, mit Namen, welche für dieselben bezeichnend waren und deren viele auch aus dem Volksgebrauche in die Sprache der Wissenschaft übergegangen sind. Die Lithologie oder die Kenntniß der Gesteine, welche die Erdrinde zusammensetzen, ist demnach ein wesentlicher Theil der Geologie. Sie ist wesentlich verschieden von der Mineralogie, welche sich nur mit den einzelnen Arten der Mineralien und deren Beschreibungen befaßt. Die Gesteine aber, welche das Grundmaterial der geschichteten und ungeschichteten Felsarten bilden, aus welchen unsere Erdrinde vom geologischen Gesichtspunkte aus zusammengesetzt ist, diese Gesteine oder Felsarten (franz. Roches) sind meistens keine einfachen Mineralien, sondern aus mehren einfachen Mineralien zusammengesetzt, und es ist wichtig, die Felsarten ihren äußeren Kennzeichen nach zu unterscheiden und zu ordnen, ganz so wie man auch die Mineralien nach ihren Kennzeichen geordnet hat. Es giebt einzelne Mineralspecies, welche auch für sich allein Felsarten bilden können, wie z. B. der kohlensaure Kalk; allein man kann erst dann eine solche Bildung als Felsart bezeichnen, wenn sie wirklich mit bedeutenden Massen in die Bildung der Erdrinde mit eingreift, wenn sie in

der That ein wesentliches Element der Erdrinde darstellt. Die Felsarten nach den einzelnen Mineralien, welche in ihre Zusammensetzung eingehen, bestimmen und studiren zu wollen, ist hauptsächlich deshalb unstatthaft, weil eben die meisten dieser Felsarten aus mehren derselben gemengt sind, und viele ihrer Eigenschaften gerade ihrer Mengung verdanken. Bekanntlich ändern sich nämlich die physikalischen, wie chemischen Eigenschaften der einzelnen Substanzen oft außerordentlich durch die Mengung mit anderen Körpern. Salze, welche durch ein gewisses Reagens vollkommen gefällt werden, zeigen in Gegenwart von anderen Substanzen in derselben Auflösung keinen Niederschlag; in anderen Fällen werden Stoffe, die nicht gefällt werden sollten, dennoch durch die Gegenwart einer andern Substanz, welche sich niederschlägt, mit niedergerissen. Manche Körper sind fast unschmelzbar; mit anderen gemengt, erhalten sie einen weit niedrigeren Schmelzpunkt. Ganz dasselbe ist der Fall mit den einzelnen Felsarten; sie haben Eigenschaften, welche ihnen nur in ihrem bestimmten Zustande als gemengte Körper zukommen und welche man unmöglich aus den einzelnen Gemengtheilen, den Eigenschaften der einzelnen Mineralspecies, welche die Felsart zusammensetzen, herausconstruiren könnte. Man hat der Lithologie eben aus dieser Zusammensetzung der Materialien, womit sie sich beschäftigt, einen Vorwurf machen wollen, allein mit großem Unrechte, da in allen Naturwissenschaften ähnliche Zweige vorkommen, die sich nothwendiger Weise mit den Eigenschaften gemengter Körper beschäftigen müssen, und das Meer, die Atmosphäre, das Blut und so viele andere Körper, mit deren Studium die Wissenschaft sich beschäftigt, sind nur natürliche Mengungen gewisser einfacher Bestandtheile, denen aber eben als Mengungen Eigenschaften zukommen, welche durchaus eigenthümlich sind.

§. 156. Die Felsarten verdanken demnach viele ihrer Eigenschaften gewissen physischen Bedingungen, welche bei ihrer Entstehung obgewaltet haben, und durch welche die specielle Mengung der einzelnen einfachen Mineralien, aus welchen sie zusammengesetzt sind, bewirkt wurde. Allein auch selbst wenn sie aus einfachen Mineralien bestehen, selbst in diesem Falle bieten sie je nach den physikalischen Bedingungen ihrer Bildung ziemlich bedeutende Verschiedenheiten dar, welche mehr oder weniger ganz unabhängig von ihrer chemischen Constitution sind. So bildet z. B. der kohlensaure Kalk je nach den Verhältnissen, unter welchen er gebildet wurde, und je nach den Einwirkungen, denen er später ausgesetzt war, sehr wesentliche Verschiedenheiten dar. Es verhalten sich überhaupt die Felsarten zu den einfachen Mineralien etwa wie die reinen chemischen Elemente zu den Kunstproducten. Eisen ist immer Eisen; allein je nachdem es gewalzt, gehämmert, gegossen ist, erlangt es sehr verschiedene Eigenschaften, welche Derjenige, welcher sich speciell mit dem Eisenhandel oder seiner Verarbeitung beschäftigt, auf den ersten Blick

erkennt. Ganz auf ähnliche Weise verhält es sich mit den Felsarten; der Geologe muß sie erkennen können, muß bestimmte Zeichen haben, woran er sie erkennt, bestimmte Namen besitzen, woran sich feste Begriffe knüpfen. Werner hatte seiner Zeit der Wissenschaft einen außerordentlichen Dienst geleistet, indem er eine bestimmte Nomenclatur einführte, die bald allgemein angenommen wurde, da Werner seiner Zeit förmlich der Dictator der Wissenschaft war. Es wäre zu wünschen, daß die Geologen auch jetzt über den Begriff, den sie mit einzelnen Worten verbinden, sich vollkommen einigen möchten.

Wir haben in dem Vorigen die Structur der Felsmassen im Großen betrachtet, wie man sie nur in der Natur sehen oder an Modellen und reliefartigen Darstellungen, nicht aber an Handstücken in den Sammlungen demonstriren kann; — es bleibt noch übrig, die Structur der Felsarten an sich zu untersuchen. Man kann dies nach zwei Richtungen hin thun; entweder indem man die Spaltflächen in das Auge faßt, nach welchen sich die Felsarten abtrennen, oder aber, indem man sie je nach den verschiedenen Aggregationszuständen eintheilt, in welchen sich die einzelnen Elemente der Felsarten zeigen. §. 1

I. Theilungsstructur der Felsarten. Man findet meist beim Zerschlagen der Gesteine mit dem Hammer, daß sie vorzugsweise nach gewissen Flächen springen, welche durch die Natur ihrer Zusammensetzung selbst bedingt sind und sich stets in derselben Weise wiederholen. Die Structur, welche sich auf diese Weise zeigt, nennen wir die Theilungsstructur und unterscheiden folgende Arten.

1. Die schiefrige Structur. In allen Gesteinen, welche diese Structur zeigen, findet sich nur eine einzige Flächenrichtung, nach welcher die Stücke in parallele Blätter aus einander springen. Diese Zerspaltung in stets feinere und feinere Blätter hat in den ächten Schiefern eigentlich gar keine Grenze; so dünn auch die Blättchen sind, in welche man sie theilt, stets lassen sie sich noch in feinere zerlegen, und nur die Zerbrechlichkeit der Blättchen gebietet endlich der weiteren Zerstückelung Halt. Man hat alle Gesteine, welche diese eigenthümliche Structur darbieten, unter dem Namen Phylladen zusammengefaßt, und obgleich man diesen Namen auch weiter auf alle Gesteine ausdehnen wollte, die auch nur entfernt schiefrige Structur besitzen, so wird es dennoch besser sein, ihn künftig nur auf Schiefer auszudehnen, die wirklich, wie die Dachschiefer, bis in's Unendliche theilbar sind, während man die schiefrige Structur im Allgemeinen auch Felsarten zuerkennt, welche nur begrenzt theilbar sind. §. 1

Auf den Brüchen der Felsarten, welche schiefrige Structur darbieten, unterscheidet man schon feine parallele Linien, welche die in dieser Richtung gelegten Spaltflächen anzeigen. Die Blätter selbst, in welche diese Fels-

arten zerfallen, ſind ihrer Natur nach äußerſt verſchieden; meiſtens ſind ſie parallel und gerade, ſo daß es leicht hält, die Maſſe zu ſpalten; oft aber ſind ſie auch gewunden, in ſich gefaltet, und dann hält es oft ſchwer, die einzelnen Blätter von einander zu trennen. Man hat in neuerer Zeit oft den Fehler begangen, die ſchiefrige Structur der Felsarten mit der Schichtung zu verwechſeln und beide als eine und dieſelbe Erſcheinung zu behandeln. Dies iſt eine durchaus falſche Vorſtellung, welche ſich leicht in der Natur durch Thatſachen widerlegen läßt. Schieferung und Schichtung ſind durchaus unabhängig von einander; es kommt nicht ſelten vor, daß die Schieferungsebene einer Felsart ſenkrecht auf der Schichtungsebene derſelben ſteht und daß mithin die Blätter, in welche ſich das Geſtein theilt, ſenkrecht ſtehen, während die Schicht im Ganzen horizontal liegt. Beide ſind indeß leicht von einander zu unterſcheiden; die Schichtung hat beſtimmte parallele Abſonderungen, welche Stücke von beſtimmter Mächtigkeit trennen; außer dieſen Schichtabſonderungen, die freilich oft ſehr nahe gerückt ſein können, giebt es keine parallele Abſonderungsflächen. Bei der ſchiefrigen Structur aber wiederholen ſich dieſe parallelen Abſonderungen bis in's Unendliche und gerade dieſe unbegrenzte Theilbarkeit in einer Richtung macht den Charakter der Schieferſtructur aus, der freilich in einzelnen Fällen mehr oder minder ausgebildet ſein kann.

2. Die pſeudo-reguläre Structur. Man findet oft Geſteine, welche in dünnen Schichten oder auch als blättrige Schiefer abgelagert ſind, und in welchen ſich Spaltenrichtungen finden, die einander ziemlich parallel gehen, ſo daß dadurch regelmäßige polyedriſche Stücke gebildet werden, welche einigermaßen Kryſtallen ähnlich ſehen. So trifft man nicht ſelten dünngeſchichtete Kalkſteine, in welchen zwei Spaltrichtungen ziemlich regelmäßig ſich wiederholen, die in ſchiefen Winkeln einander treffen und ſo ſich in rhomboidale Tafeln ablöſen. Ein Gleiches findet oft bei den Dachſchiefern Statt. Man hat früher auf dieſe Structur großes Gewicht gelegt und von vielen Seiten her ſie ſogar mit der Kryſtalliſation verglichen, obgleich beide Erſcheinungen durchaus nichts mit einander gemein haben. Bei der Kryſtalliſation ſind die Winkel, unter welchen die Flächen zuſammentreffen, durchaus conſtant und nur ſehr leichten, mathematiſch beſtimmbaren Abweichungen unterworfen, während bei der pſeudo-regulären Structur dieſe Winkel durchaus unbeſtändig ſind und die Spaltflächen nie ſo genau parallel erſcheinen, daß ein Stück vollkommen dem andern gleich wäre.

159. 3. Die unbeſtimmte Structur. Die Spaltflächen haben bei den Felsarten, welche zu dieſer Gruppe gehören, von welcher der Granit und der compacte Kalkſtein den Typus bilden, durchaus nichts Regelmäßiges; ſie kreuzen ſich unter allen möglichen Winkeln, und die Stücke, welche aus der Zertrümmerung hervorgehen, zeigen durchaus keine beſtimmbare Geſtalt.

II. Aggregationsstructuren der Felsarten. Alle Arten von §. 16
Structuren, welche aus dem verschiedenen Aggregationszustande der bilden-
den Moleküle hervorgehen, gehören in diese Abtheilung, die man wieder in
zwei große Gruppen zerlegen kann, nämlich primitive einfache Structuren
und combinirte, secundäre Structuren.

a. Einfache, primitive Structuren.

1. Granitische Structur. Das ganze Gestein besteht aus einer §. 16
Ansammlung von Krystallen verschiedener Substanzen, die sich zusammen
gebildet haben und deshalb sich wechselseitig durchdringen. Der Typus die-
ser Structur ist der Granit, eine Zusammensetzung aus drei verschiedenen
Substanzen, Quarz, Feldspath und Glimmer. Alle diese verschiedenen Mi-
neralien haben sich zu gleicher Zeit und mit einander krystallisirt, so daß die
Krystalle einander wechselseitig durchdringen und sich gegenseitig in ihrer
Entwickelung hemmen. Man findet Blätter von Glimmer, die durch Feld-
spathkrystalle mitten durchstoßen werden, andere, welche sich in Quarzpartikeln
eingebohrt haben, und im Allgemeinen ist diese wechselseitige Durchdringung so
bedeutend, daß die einzelnen Mineralien, die den Granit bilden, nur schwer
und mit Mühe zu erkennen sind. Diese Anordnung ist aber zugleich ein
Beweis, daß die Krystalle sich zu einer und derselben Zeit gebildet und daß
nicht die einzelnen Bestandtheile sich erst später nach der Krystallisation zu-
sammengebacken haben, denn in diesem letzteren Falle würde nur eine Juxta-
position, nicht aber ein Ineinanderwachsen der Theile stattgefunden haben.
Oft erscheint die eine oder andere der bildenden Substanzen fast amorph im
Verhältniß zu einer dritten, welche sich in bedeutenderen Krystallen entwickelt
hat, und man unterscheidet hiernach mehr oder minder grobkörnigen oder
feinkörnigen Granit.

2. Gebänderte Structur. Den Prototyp dieser Structur zeigt §. 16
der Agath. Man sieht darin Bänder von verschiedener Farbe, meist pa-
rallel unter einander geordnet, deren Grenzen nicht durch Absonderungs-
flächen von einander getrennt sind, sondern die vielmehr an ihren Rändern
in einander übergehen, mit einander verschwimmen. Da wo diese Structur
rein vorhanden ist, erscheint die Grundmasse des Gesteines durchaus homo-
gen; zuweilen aber, wie namentlich in dem Gneiß, verbindet sie sich mit
der granitischen Structur in der Beziehung, als die Grundmasse krystalli-
nisch wird und nun einzelne, durch dunklere oder hellere Farbe ausgezeich-
nete Bestandtheile sich in Bändern gegenseitig absondern.

3. Gekreuzte Structur. Ist eigentlich nur eine Abart der ge- §. 16
bänderten Structur, unterscheidet sich aber dadurch von derselben, daß die
Streifen von verschiedener Farbe nicht parallel unter einander laufen, son-
dern sich in verschiedenen Winkeln kreuzen, so daß meistens hier und da

compactere Kerne zu existiren scheinen, um welche die Bänder und Streifen herumgehen, sie umschreiben und, nach allen Richtungen Fortsätze aussendend, gleichsam ein Netz bilden, dessen Maschen durch Substanzen von verschiedener Farbe ausgefüllt sind. Der Marmor bietet das beste Beispiel dieser Structur dar.

164. 4. Porphyr-Structur. In einer amorphen, gleichförmigen Grundmasse liegen einzelne Krystalle zerstreut. Diese Krystalle können mehr oder minder entwickelt sein; sie zeigen aber stets scharfe Winkel und Flächen. Auch die Grundmasse ist zuweilen mehr oder minder körnig, doch nie so stark, daß die einzelnen Körner getrennt werden konnten, und da, wo diese Structur recht rein ausgebildet ist, erscheint sie durchaus homogen und gleichförmig. In den meisten Porphyren kommt nur eine Art von Krystallen vor; in einigen aber giebt es zwei oder drei Species von krystallisirten Mineralien, welche in der Grundmasse zerstreut sind.

165. 5. Mandel-Structur. In einer homogenen, gleichförmigen Grundmasse sind rundliche oder eiförmige Kerne zerstreut, die etwa aussehen, wie Rosinen in einem Kuchen. Der Unterschied von der Porphyr-Structur besteht darin, daß die in der Grundmasse zerstreuten Körper hier rundlich, bei jener krystallinisch sind. Es finden sich freilich Uebergänge und man stößt zuweilen auf Gesteine, welche hier porphyrische, dort Mandelstructur zeigen, indeß sind diese Beispiele doch selten und meistens nur dann zu finden, wenn durch irgend eine Ursache die Krystalle in den Porphyren sich abgerundet haben und keine scharfen Ecken mehr zeigen. Man hat bei diesen Mandelgesteinen je nach dem scheinbaren Ursprung der Mandeln verschiedene Untergattungen aufzustellen gesucht. So hat man Mandelgesteine mit gleichzeitigen Kernen unterschieden, wo die Kerne in der That in derselben Zeit gebildet scheinen, als die Grundmasse, mit welcher sie theilweise zusammenhängen. Die Kerne bieten dann eigentlich nur härtere Knoten im Inneren der Grundmasse, von der sie nicht viel verschieden sind. In anderen Mandelgesteinen erscheinen die Kerne fast offenbar späteren Ursprunges. Die Grundsubstanz scheint in solchen Gesteinen zellig gewesen zu sein, und in diese Zellen hat sich dann später, wie es scheint, eine andere Substanz eingedrängt, welche die Kerne bildete, die zuweilen in solchen Gesteinen eine sehr complicirte Gestalt und Structur haben. In anderen Mandelgesteinen endlich ist der Zusammenhang der Entstehung von Grundmasse und Kern so ziemlich zweifelhaft.

166. 6. Mergel-Structur. Alle Felsarten, welche eine durchaus gleichförmige Masse darbieten, welche mit Wasser gemengt einen knetbaren Teig bilden, gehören in diese Gruppe. Diese Gesteine oder Erdarten enthalten meist viel Thonerde in ihrer Zusammensetzung, und gerade dieser Gehalt an Thonerde ist es, der ihnen die Fähigkeit verleiht, einen knetbaren Teig zu bilden.

7. Schlacken-Structur. Es gehören hierher alle jene blasigen, zelligen Gesteine, welche in feuerflüssigem Zustande gewesen und dann beim Erkalten diese porösen Massen gebildet haben. Man unterscheidet, je nach der Größe und Festigkeit der Fragmente, Laven, Schlacken, Lapilli und vulcanische Asche; Bezeichnungen, die sich nur auf die mechanische Zertheilung, nicht aber auf die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine gründen. Diese bleibt dieselbe etwa in den einzelnen Stücken und ist auch stets eine sehr bestimmte, indem sie natürlich eine Combination darbieten muß, welche in feurigen Fluß gerathen kann. Es soll damit nicht gesagt sein, daß alle vulcanischen Auswürfe dieselbe chemische Structur haben müssen; weit entfernt; allein diese Zusammensetzung muß innerhalb bestimmter Grenzen sich halten, die durch die Natur der Entstehung dieser Steine gegeben sind.

8. Sandstein-Structur. Körner von mehr oder minder bedeu- §. 16
tender Größe sind durch eine davon verschiedene Grundmasse zusammen zu einem Ganzen verklebt. Hier können sich die verschiedensten Verhältnisse zusammenfinden; immer aber bleibt der Hauptcharakter, daß die Körner vorher lose existirten und daß sie später erst durch eine verbindende Masse, einen förmlichen Mörtel, zu einem Ganzen zusammengebacken wurden. Bei großen, mehr oder minder runden Körnern nennt man diese Gesteine Puddinge, ein Name, dessen malerische Richtigkeit nicht in Abrede zu stellen ist. Es giebt Puddinge, wo die eingebackenen runden Körper bis zu einem Meter und mehr Durchmesser haben; andere, wo die Körper nur so groß wie Hanfkörner sind; bei einigen ist die Bindemasse krystallinisch, bei anderen mehr homogen. Sind die eingebackenen Stücke eckig, so heißen die Gesteine Breccien; endlich, wenn die Körner förmliche Sandkörner sind, fast alle von der gleichen Größe, so heißen die Gesteine Sandsteine. Es finden sich alle möglichen Uebergänge von dem losesten Sande bis zu dem festesten Sandsteine, und diese Uebergänge sind einzig und allein in der Festigkeit der Bindemasse begründet; diese ist bald sehr weich, incohärent, und leicht verwitternd, in anderen Fällen wieder sehr hart und fest. Jedenfalls bleibt der eigenthümliche Charakter der Sandsteine darin begründet, daß, wie auch Körner und Bindemasse sich verhalten mögen, erstere vorher lose waren und erst später durch die Bindemasse zu einem Ganzen vereinigt wurden.

b. Secundäre, combinirte Structuren.

1. Porphyrartige Granite sind sehr häufig. Der eine oder an- §. 16
dere Bestandtheil sinkt dann in solchen Gesteinen ganz in den amorphen Zustand zurück, während die Krystalle sich einseitig entwickeln und manchmal selbst eine Größe von ein und mehr Fuß Durchmesser darbieten. Oft ist selbst in diesen Graniten die Grundsubstanz nicht so ganz amorph und

homogen, wie in den ächten Porphyren, sondern sehr fein krystallinisch; aber im Vergleich zu den großen Krystallen, die darin zerstreut sind, erscheint sie immer ziemlich gleichförmig.

2. Granitische Mandelsteine sind bei weitem seltener, indeß trifft man doch noch zuweilen solche Gesteine, welche eine ganz den Graniten gleichkommende Zusammensetzung zeigen, wo aber die einzelnen Bestandtheile concentrisch in Ringen um einen gewissen Mittelpunkt oder Kern gruppirt sind.

3. Porphyrische Mandelgesteine sind bei weitem häufiger und in vielen Porphyren trifft man Stücke an, wo inmitten einer homogenen Grundsubstanz, innerhalb welcher Krystalle zerstreut sind, auch zugleich mandelartige Concretionen sich finden, um welche dann die porphyrische Masse wie um Mittelpunkte sich lagert.

170. Ueberhaupt ist in Hinsicht aller dieser einzelnen Abtheilungen zu bemerken, daß keine derselben einen ganz scharf und genau begrenzten Begriff einschließt. Alle einzelnen Definitionen von Felsarten müssen im Gegentheil, wenn sie der Natur entsprechen sollen, eine gewisse Elasticität besitzen, da in der Natur die mannichfachsten Uebergänge zwischen den verschiedenen Gestalten und Structuren sich finden. Die Kunst bei der Classification der Felsarten besteht nicht darin, so viele Abtheilungen als möglich zu machen und die einzelnen Unterscheidungen bis in's Feinste auszuspitzen — man könnte sonst fast aus jedem Steine eine besondere Felsart machen — sondern vielmehr große Abtheilungen aufzustellen, welche den in der Natur vorhandenen, im Großen ausgebildeten Massen möglichst entsprechen und dadurch im Kleinen das Bild wiederholen, welches die Natur im Großen uns bietet.

171. Die Lithologie ist das nothwendige ABC des Geologen, ohne Kenntniß der Felsarten ist er häufig den gröbsten Irrthümern ausgesetzt; es ist deshalb nöthig, daß er nicht nur ihre Structur im Großen und Kleinen, sondern auch ihre Zusammensetzung aus den einfachen Mineralien, welche sie bilden, genau kenne. Hier bieten sich freilich manche Schwierigkeiten dar. In den Gesteinen selbst finden sich die einzelnen Mineralspecies nicht so entwickelt vor, wie in den Proben, die wir in Sammlungen und Cabinetten aufbewahren; sie sind in ihrer Krystallisation gehemmt, gedrückt und oft nach allen Seiten hin so unkenntlich gemacht, daß es äußerst schwer hält, auch für einen geübten Mineralogen, sie wieder zu erkennen. Dazu kommt noch, daß sie meist nur sehr klein, oft nur dem bewaffneten Auge sichtbar sind, was ihre Kenntniß noch mehr erschwert. Nichts desto weniger erlangt der Geologe bald durch Uebung, durch mannichfaches Studium der Felsarten sowohl in Sammlungen als in der Natur einen sicheren Tact, der ihn nach gewissen empirischen Kennzeichen leitet, so daß er auf der Stelle

die einzelnen Felsarten wieder erkennt. Dieſe Kennzeichen laſſen keine wiſſenſchaftliche Claſſification zu; ſie ſind rein empiriſch und oft auf unbedeutende Merkmale gegründet; aber ſo gut wie der Tiſchler das Holz einer jeden Baumart, der Köhler die Kohlen eines jeden Holzes erkennt, ohne daß man darum die Bäume nach den Hölzern oder nach den Kohlen, die ſie liefern, claſſificiren könnte, ſo gut muß auch der Geologe durch häufige Uebung die Felsarten auf der Stelle erkennen können, wenn ihn gleich keine wiſſenſchaftlich geordneten Merkmale leiten.

Zu dieſem Endzwecke iſt ein genaueres Studium der Felsarten in Hinſicht auf ihre mineralogiſchen Elemente durchaus nöthig, und man gelangt oft durch eine in das Einzelne gehende Unterſuchung da zur Erkenntniß einer mineralogiſchen Structur, wo dieſelbe auf den erſten Blick nicht vorhanden iſt. Die meiſten dieſer Elemente ſind ſehr klein und auf die mannichfachſte Art in einander verwoben; um ſie zu erkennen, genügt es zuweilen, die Steine zu zerſchlagen, zu zerbröckeln; in manchen Fällen müſſen ſie fein gerieben und geſchlämmt werden. Zuweilen muß man ſie durchnäſſen, in anderen Fällen trocknen und ſelbſt mehr oder minder calciniren, um einer ſolchen Structur anſichtig zu werden; in vielen Fällen ſelbſt zu der Loupe und dem Mikroſkope greifen. Oft zeigen ſich dann Felsarten, welche eine durchaus gleichförmige homogene Grundmaſſe zu beſitzen ſcheinen, aus Partikeln von mathematiſch beſtimmbarer Form, aus Kryſtallen zuſammengeſetzt, und ein ſolches Studium, wenn es auch in einzelnen ſpeciellen Fällen nicht zum Ziele führen ſollte, hat wenigſtens den Vortheil, daß es mit der Structur der Felsarten auf das Innigſte vertraut macht. §. 17

Man zählt im Ganzen etwa 360 Mineralſpecies. Allein die wenigſten derſelben bilden einigermaßen bedeutende Maſſen; die meiſten werden nur iſolirt in ſo geringer Menge gefunden, daß ſie durchaus nicht als bildende Elemente der Felsarten betrachtet werden können. Andere wieder finden ſich in ſchon bedeutenderer Quantität; aber dennoch nur zufällig in dieſen oder jenen Geſteinen vor; die wenigſten endlich bilden nothwendige und hauptſächliche Grundbeſtandtheile der Felsarten. Die Kenntniß der letzteren iſt dem Geologen unumgänglich nöthig; die der zufälligen Beſtandtheile nicht minder nützlich, weil die Ausſtreuung dieſer zufälligen Beſtandtheile durchaus nicht willkührlich, ſondern an beſtimmte Geſetze geknüpft iſt; ſo daß man zuweilen ein Geſtein beſſer an ſeinen zufälligen, als an ſeinen nothwendigen Beſtandtheilen erkennt, und zudem die Gegenwart der erſteren oft ſehr weſentliche Aufſchlüſſe über die Entſtehungsweiſe der Felsart geben kann. Es verſteht ſich indeß von ſelbſt, daß die Grenze zwiſchen beiden Arten von Beſtandtheilen durchaus willkührlich iſt und daß, je nachdem man dieſen oder jenen Beſtandtheil für wichtiger hält, man auch ihn bald in dieſe, bald in jene Klaſſe ſetzen kann. §. 17

74. Wesentliche mineralische Elemente der Felsarten.

1. Quarz.
2. Feldspath. } Gruppe der Feldspathe.
3. Albit. } Gruppe der Feldspathe.
4. Petalit. } Gruppe der Feldspathe.
5. Rhyakolit. } Gruppe der Feldspathe.
6. Oligoklas. } Gruppe der Feldspathe.
7. Labrador. } Gruppe der Feldspathe.
8. Jade. } Gruppe der Feldspathe.
9. Triphan. } Gruppe der Feldspathe.
10. Nephelin (Elaeolith). } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
11. Mesotyp. } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
12. Analcim. } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
13. Amphigen. } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
14. Sodalith. } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
15. Haupin. } Alle diese verschiedenen Mineralien bilden Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde, und mit Ausnahme des Hauyins Nr. 15., der sehr selten ist, besitzen alle eine mehr oder minder weiße Farbe.
16. Glimmer.
17. Lepidolith.
18. Chlorit.
19. Talk.
20. Steatit.
21. Serpentin.
22. Amphibol. Tremolit.
23. Amphibol. Actinot (Hornblende).
24. Pyroxen. Diopsid (Augit).
25. Pyroxen. Hedenbergit.
26. Hypersthen.
27. Diallage.
28. Turmalin.
29. Pinit.
30. Topas.
31. Granat.
32. Epidot. Thallit.
33. Eisenoxydoxydul.
34. Eisenglanz.
35. Eisensilicat.
36. Kohlensaures Eisen.
37. Eisenoxydhydrat.
38. Kohlensaurer Kalk.
39. Dolomit.
40. Gyps.
41. Anhydrit.
42. Steinsalz.
43. Thon.
44. Fossile Brennmaterialien.

Beschreibung der Felsarten.

175. Bei der Beschreibung und Classification der Felsarten, die wir auf der Oberfläche der Erde finden, ist besonders im Auge zu behalten, daß hier keine solche scharfe Charakteristiken angewandt werden können, als bei den Mineralien, wo chemische Zusammensetzung und Krystallisation die einzelnen Species meist sehr nett und genau definiren und keinen Zweifel über ihre Selbstständigkeit zulassen. Bei den Felsarten dagegen muß man immer sich vergegenwärtigen, daß die Classificationen stets nur willkührlich sind, eben weil alle Felsarten nur Mengungen verschiedener Mineralien sind; daß demnach die einzelnen Bestandtheile dieser Mengungen in den weitesten Grenzen wechseln können, und daß aus diesem Grunde auch die verschiedensten Uebergänge der Felsarten sich finden müssen. Ja es ist sogar sehr nothwendig, gerade diese Uebergänge besonders hervorzuheben, sie überall anzugeben und zu verfolgen, eben weil sie oft Blicke in die Anwendung der Naturkräfte thun lassen, welche bei systematisch genauer Umschreibung der Felsarten und künstlicher Abgrenzung derselben durchaus entgehen würden.

Wir werden in dem Nachfolgenden die wesentlichsten Felsarten, welche am weitesten verbreitet sind, beschreiben, als Typen darstellen und dann angeben, durch welche Uebergänge und Veränderungen diese bestimmte Form mit einer andern zusammenhängt.

1. Granitische Felsarten.

Der Granit selbst besteht bekanntlich aus drei verschiedenen und deut- §. 17
lich von einander getrennten Mineralien, deren Reihe, nach der Menge geordnet, in folgender Weise sich stellt: Feldspath, Quarz und Glimmer. Der Feldspath bildet in gewöhnlichen Graniten mehr als die Hälfte der ganzen Masse; der Glimmer, obgleich er nur in geringerer Menge darin vorkommt, ist dennoch sogleich beim ersten Blicke auffallend, weil er in sehr dünnen, glänzenden und schimmernden Blättern abgelagert ist, die indessen dem Gewichte nach nur sehr wenig ausmachen.

Der Feldspath findet sich in dem Granite als eigentlicher Feldspath (Orthose), oder als Albit, seltener nur in einigen Varietäten als Oligoklas. Seine Farbe wechselt in mannichfaltigen Abänderungen, bedingt durch die verschiedenen ihm beigemengten metallischen Oxyde; meist ist sie mattweiß, graulich, öfters mehr oder weniger röthlich, und es sind namentlich diese röthlichen Granite, welche man zu Bauten vorzugsweise sucht. Die Größe der Körner und Krystalle des Feldspathes ist sehr verschieden; im gewöhnlichen Granite übersteigt sie selten einen Centimeter; wenn der Granit grobkörnig wird, kann sie bis zu bedeutenden Dimensionen anwachsen. In entgegengesetzter Richtung werden die Körner und Krystalle oft so klein, daß man sie mit bloßen Augen nicht mehr erkennen kann, wo dann der Granit Porphyr-Structur erhält.

Der Quarz ist meistens weiß, seltener graulich oder grünlich, und aus mehr oder minder dicken Körnern zusammengeballt, die selbst wieder krystallinische Zusammensetzung haben und auf die mannichfaltigste Weise mit den beiden übrigen Bestandtheilen untermengt sind. In besonderen Fällen, wenn der Granit in grobkörnige Formen übergeht, wachsen auch die Quarzkrystalle — zuweilen zu sehr bedeutender Größe.

Der Glimmer endlich ist noch viel weniger in seinen Formen untersucht, als der in die Bildung des Granites eingehende Feldspath. Von letzterem giebt man meist an, welche besondere Art es sei, ob sich wahrer Feldspath (Orthose) oder Albit finde; beim Glimmer vergißt man meistens, ob es Glimmer mit einer oder mit zwei Axen (Lepidolith) sei, und doch kommen beide Unterarten in dem Granite vor. Größe und Menge, sowie auch die Farbe der Glimmerblättchen, wechseln vielfach; meist ist die Farbe mattweiß, oft auch schwärzlich oder grünlich.

Die in den Granit eingesprengten Mineralien sind äußerst mannichfaltig; er bietet in seinen Spalten, Gängen und Nestern eine wahre Fundgrube von einzelnen Mineralspecies dar.

Der Granit im Ganzen hat meist eine graulichе, in's Grüne oder Rosenfarbene spielende Farbe; man wendet ihn sehr häufig als Baumaterial an, das seiner Festigkeit wegen namentlich zu größeren Werken und zu Wasserarbeiten sehr gesucht ist. Viele Arten von Granit nehmen eine sehr schöne Politur an.

Der Widerstand der Granite gegen die äußeren atmosphärischen Einflüsse ist unendlich verschieden und der Grund dieser Verschiedenheit in ihrer Verwitterung noch nicht genügend aufgeklärt. Es giebt Granite, die in wenigen Jahren in Staub zerfallen, wenn sie der Luft ausgesetzt sind, oder in lockerer, feuchter Erde liegen; andere trotzen Jahrtausende hindurch den Einflüssen der Atmosphäre, und an den Granitnadeln in der Nähe des Montblanc bemerkt man nur äußerst oberflächliche Spuren der Verwitterung. In anderen Gegenden, wo der Granit stellenweise leichter verwittert, zeigen sich oft die seltsamsten Formen der ausgewitterten Felsmassen.

Der Granit bildet bedeutende Strecken auf der Erdoberfläche und zeigt sich dann meist in der Form wellenförmiger Hügel oder mittelhoher Berge, deren Abhänge meist durch die Verwitterung sanfter erscheinen, als sie ursprünglich waren. In vielen Gegenden erscheint der Granit so compact, daß es möglich ist, Stücke von jeder Größe daraus zu gewinnen; in den meisten Fällen aber läßt er, trotz dieser Gleichförmigkeit, eine gewisse schalige Structur erkennen, die vielleicht nur durch die Abkühlung bedingt ist und deren Ablösungsflächen in Beziehung zu der abgerundeten Form der Oberfläche stehen. Diese Schalenstructur ist namentlich an den Graniten der scandinavischen Halbinsel sehr auffallend; sie kommt wahrscheinlich noch an vielen anderen Orten vor. Die Granitberge erscheinen so meist als gewaltige Ellipsoiden, deren äußerste Schalen oft zertrümmert und unkenntlich geworden sind durch die bei der Abkühlung der Massen bedingte Zusammenziehung. Die kühneren Bergformen mit hohen, spitzen Nadeln, tiefen, eingerissenen Thälern, wie sie in den Alpen, den Pyrenäen und vielen anderen Gebirgsketten vorkommen, gehören wahrscheinlich nicht dem Granite, sondern dem Gneiße an, welcher sich eben von dem Granite nur durch die fast tafelförmigen, schiefrigen Absonderungsflächen unterscheidet und in welchem ebenfalls diese schalenförmige Structur sich häufig findet.

§. 177. Sobald der Granit ein schiefriges oder auch nur gebändertes Ansehen annimmt, so erhält er den Namen Gneiß. Man kann wohl sagen, daß in dem Gneiße der Glimmer meist mehr hervortritt, als in dem Granite; dies mag aber zum großen Theile auch auf dem Umstande beruhen, daß die Glimmerblättchen meist in einer bestimmten Ebene gelagert und in der

Masse des Gesteines nach parallelen Linien geordnet sind, so daß sie auf dem Bruche mehr hervortreten. Vielleicht ist auch im Allgemeinen das Korn des Gneißes feiner, als dasjenige des Granites, im Uebrigen aber ist die Zusammensetzung in mineralogischer Hinsicht durchaus die nämliche, und an kleineren Handstücken, wo die parallele Spaltbarkeit oder die gebänderte Structur nicht vortritt, der Gneiß vom Granite gar nicht zu unterscheiden. Deshalb gehen auch die Varietäten und Uebergänge beider Felsarten in andere Formen Hand in Hand, und man findet stets diese oder jene Abart des Granites auch in dem Gneiße entwickelt. Oft auch ist es durchaus unmöglich, einen Unterschied zwischen den großen Trennungslinien des Granites und den schiefrig werdenden Gneißen zu finden und die Grenze zu bestimmen, wo der eine anfängt, der andere aufhört. In anderen Fällen ist dies wiederum leicht und es kommt nicht selten vor, daß Granitgänge in Gneiß eingesprengt sind, die mit vollkommen abgesetzten Rändern einander berühren und leicht durch ihre verschiedene Textur von einander unterschieden werden können.

Ein Beispiel dieses Parallelismus zwischen den Variationen des Gra- §. 1
nites und des Gneißes liefern die Protogine des Montblanc. Im Allgemeinen nennt man Protogine alle granitischen Felsarten, worin der Quarz und der Feldspath wie gewöhnlich enthalten sind, worin aber der Glimmer durch Talk ersetzt ist, und man nannte diese Felsart so, weil man glaubte, der Montblanc sei der älteste Berg der Erde, und mithin das Gestein, woraus er besteht, die älteste bekannte Felsart. Diese Ersetzung des Glimmers durch Talk ausgenommen, was dem Gesteine ein eigenthümliches fettes Ansehen giebt, ist der Protogin durchaus gewöhnlicher Granit. Nun finden sich aber in ähnlicher Weise veränderte talkige Gneiße in der Umgebung des Montblanc, welche Sauſſure Adergranit nannte (Granite veiné), und diese Gneiße, worin ebenfalls der Glimmer durch Talk ersetzt ist, gehen so unmerklich in den ächten Protogin über, daß es unmöglich ist, ihre Grenze zu bestimmen.

Der Granit verliert zuweilen seinen Glimmer, der dann durch Quarz §. 1
ersetzt wird, so daß nur zwei Bestandtheile übrigbleiben, Feldspath und Quarz im Ueberschuß. Das Ganze bildet ein compactes, sehr feinkörniges Gestein, in welchem man keine einzelnen Bestandtheile mehr unterscheidet, das sehr leicht, seines Ueberschusses an Quarz oder vielmehr an Kieselerde wegen, unter dem Löthrohre zu einem weißen, matten Glase schmilzt, und das man deshalb Eurit genannt hat. Die Uebergänge aus dem ächten Granit in diesen Eurit sind zuweilen äußerst sanft und so allmählich, daß man keine Grenze zwischen beiden bestimmen kann; in anderen Fällen aber ist der Eurit scharf in Gängen abgesetzt, und seine Grenze gegen den Granit bestimmt abgeschnitten. Durch die Mengung mit Krystallen, die in seine

Masse eingesprengt sind, erscheint der Eurit zuweilen porphyrähnlich; seine Farbe ist meist mehr oder minder grau mit Uebergängen in's Röthliche oder Grünliche.

180. Die entgegengesetzte Modification tritt in den grobkörnigen Graniten auf, wo die Vergrößerung einzelner Bestandtheile wirklich keine Grenzen hat. Die Quarzkrystalle in solchen Graniten werden nicht nur zolllang, sondern zuweilen selbst centnerschwer; der Feldspath in seiner Vergrößerung erreicht ganz unglaubliche Dimensionen, so zwar, daß ein Steinbruch in Miask in einem einzigen Feldspathkrystall angelegt ist; der Glimmer dehnt sich oft zu Fuß langen und bedeutend dicken Tafeln aus, wie dies die bekannten Glimmerscheiben aus den sibirischen Graniten beweisen. Im Allgemeinen scheint in diesen grobkörnigen Graniten, worin aber meist nur ein Bestandtheil vorzugsweise auf Kosten der übrigen entwickelt ist, der Feldspath in einem abweichenden Verhältnisse sich zu befinden; er hat wenigstens meistens ein weit glänzenderes Aussehen, als in den gewöhnlichen Graniten und Gneißen. Man kann verschiedene Unterarten dieses grobkörnigen Granites unterscheiden; je nach der Anordnung der Bestandtheile oder dem Aggregationszustande und dem quantitativen Verhältnisse, in welchem sie sich finden.

181. In dem Schriftgranit (Pegmatit oder Judenstein) verschwindet der Glimmer durchaus, oder erscheint nur in einzelnen Nestern und Klumpen abgelagert. Der Quarz bildet einzelne Krystalle, deren Axen und Flächen parallel mit einander gelagert sind, so daß einzelne Figuren entstehen, welche man mit hebräischen Schriftzeichen oder mit Kämmen verglichen hat. Die Grundmasse selbst wird zuweilen in diesem Gesteine, welches im Grunde nur ein grobkörniger Granit ist, dessen vorzüglich entwickeltes Element sich in bestimmten eckigen Linien abgelagert hat, homogen, so daß man sie porphyritisch nennen könnte; meist aber bildet der Feldspath in ihr Lamellen, die ebenfalls parallel unter sich gelagert sind und die vom Quarz gebildeten Figuren unter verschiedenen Winkeln schneiden, so daß sich diese wie auf einer Schraffirung hervorheben. In den meisten Fällen bildet der Pegmatit abgesetzte Gänge und Adern in dem gewöhnlichen Granit; zuweilen auch findet man allmähliche Uebergänge. Der Pegmatit enthält sehr viele Mineralien eingesprengt; die Farbe des Feldspathes, der seine Grundmasse bildet, ist meist weißlich und der Quarz grau; zuweilen ist auch die Grundmasse gelb oder braun.

Die blättrige Anordnung des Feldspathes, welche sich in dem Schriftgranite findet, zeigt sich oft in einigen Gesteinen, wo der Quarz durchaus verschwunden ist, und nur noch Feldspath als einziges Element übrigbleibt. Man hat dies Gestein, das ziemlich selten ist, blättrigen Feldspath genannt.

Der Weißstein (Leptinit, Felsit, körniger Feldspath) ist eine ähnliche §. 1
Degradation des Granites, wo Quarz und Glimmer zu Grunde gegangen sind; der Feldspath aber eine gleichförmige körnige Masse bildet, in welcher man nur hie und da kleine glänzende Krystallblättchen sieht. Das Gestein, das in Sachsen sehr bekannt als erzführendes Gestein ist, hat meistens einen muschligen Bruch; zuweilen aber wird dieser Bruch schiefriger, und es zeigen sich dann leise Uebergänge zum blättrigen Feldspathe. Granaten sind sehr häufig eingesprengt — manchmal in so großer Menge, daß man den Granat als einen wesentlichen Bestandtheil betrachten und den Weißstein als einen Porphyr mit eingesprengten Granatkrystallen bezeichnen könnte.

Die letzte Degradation des Feldspathes endlich ist der erdige Feld- §. 1
spath oder der Kaolin, die Porzellanerde. Unter gewissen Umständen zersetzen sich namentlich der Weißstein und der Pegmatit in eine erdige Masse, welche eine andere chemische Zusammensetzung hat, als der Feldspath, und in ihrem verwitterten, pulverigen Zustande die Porzellanerde bildet. Man findet den Kaolin in seinem natürlichen Zersetzungszustande noch mit Quarz und Glimmer gemengt, was beweist, daß er zugleich eine Verwitterung gemengter Materialien ist; allein seine Bildung selbst ist nicht nur Verwitterung, sondern eine wahre chemische Umwandlung, wodurch der Feldspath in ein im Wasser bei hoher Temperatur lösliches Kalisilicat und in ein unlösliches Silicat mit Ueberschuß von Kieselerde zersetzt wird, welches letztere die eigentliche Porzellanerde bildet. Der Kaolin ist meistens weiß, zuweilen gelblich, grünlich oder röthlich; er ist unschmelzbar und läßt sich nur schwer mit Wasser zu einem Teige kneten. Die reichsten Lagerstätten guten Kaolins zur Verfertigung von Porzellan finden sich in China, bei Meißen und in der Nähe von St. Grieix bei Limoges.

In den bisher betrachteten Mineralien hatte hinsichtlich der Quantität §. 1
der Feldspath meist die Oberhand. Es giebt indeß auch Fälle, wo er zurücksinkt, und wo das eine oder andere Element des Granites, besonders Quarz, so das Uebergewicht erhält, daß er allein die Grundmasse bildet und die anderen Mineralien nur in ihr eingesprengt erscheinen. Dies ist der Fall z. B. mit dem Greisen oder Hyalomict. Man bezeichnet mit diesem Namen eine Felsart, die hauptsächlich aus körnigem Quarze besteht, in welchem Glimmerblätter eingesprengt sind, und deren Farbe meist ein helles Grau ist, die aber bis zum Schwarzen wechseln kann. Der Greisen ist zuweilen durchaus massiv, zuweilen gebändert oder schiefrig, und die erste Abart ist namentlich im Erzgebirge und in Böhmen nicht so selten, wo sie Zinnerz führt.

Eine andere Art dieser degradirten Granite, wo der Quarz die Grundmasse darstellt und der Feldspath fehlt, bildet der Schörlfels, Hyalo-

Turmalin, oder der Schorl-rock der Engländer, eine in Cornwallis sehr verbreitete Felsart, worin die bekannten Zinnbergwerke meistens brechen oder in deren Nähe sie sich wenigstens finden. Der Quarz bildet hier die Grundmasse, mit welcher ein anderes, nur zufälliges Element, der Turmalin oder Schörl, in reichlichem Maße verbunden sind. Dies Gestein von meist dunkler Farbe bildet gewöhnlich abgesetzte Gänge in dem Granite, und nimmt häufig eine schiefrige Structur an.

§. 185. Noch seltener ist der Topasfels, da er nur einen einzigen Felsen, der Schneckenstein oder die Königskrone genannt, im sächsischen Voigtlande bei Auerbach bildet. Es ist dies ein Gestein von durchaus granitischem Ansehen und auch insofern ganz den Graniten analog, als es aus drei Mineralien zusammengesetzt ist, die aber hier Quarz, Turmalin und Topas sind. Der Topas ist meistens in die mannichfachen Spalten und Risse des Gesteines eingesprengt, oder auch zwischen den vielfachen Windungen der Masse eingelagert und meist von gelblichbrauner Farbe.

§. 186. Eine andere Seltenheit ist der Miaskit, den Humboldt und Rose in der Nähe von Miask in Sibirien aufgefunden haben. Der Quarz ist in diesem Gesteine, welches durchaus dem Granit ähnlich sieht, durch Nephelin (Elaeolith) ersetzt, der mit Feldspath und Glimmer das gewöhnliche Gemenge bildet. Das Gestein bildet eine wahre Fundgrube für eine Menge verschiedener Mineralien, die in ihm eingesprengt liegen; geht aber, zum Beweise, daß es nur eine Abänderung ist, durch locale Verhältnisse bedingt, einerseits in grobkörnigen gewöhnlichen Granit, andererseits in schiefrigen Gneiß durch sehr allmähliche und graduelle Modificationen über.

§. 187. Der Syenit ist eine Modification des Granites, die in allen Theilen der Welt in großer Menge vorkommt und dadurch charakterisirt ist, daß der Glimmer durch Amphibol, durch Hornblende, ersetzt ist. Diese Ersetzung des einen Elementes durch das andere geschieht aber durchaus nicht plötzlich, sondern die Hornblende mengt sich anfangs nur dem Glimmer bei, vermehrt sich aber immer mehr und mehr, erhält das Uebergewicht, und endlich den Platz für sich allein, und es entstehen auf diese Weise eine Menge von Uebergangsformen, bei welchen man sehr im Zweifel sein kann, ob sie zu dem Granit oder zum Syenit gehören, indem Glimmer und Hornblende beide etwa in gleicher Menge darin vorkommen. Der Quarz ist im Allgemeinen im Syenite in geringer Menge vorhanden; ja in vielen Fällen fehlt er ganz, so daß das Gestein nur aus Feldspath und Hornblende besteht.

Man hat, je nach der verschiedenen Mengung der einzelnen Bestandtheile im Syenite, viele einzelne Felsarten von dem Syenit trennen wollen, was aber eben wegen des so ganz allmählichen Ueberganges der einzelnen Massen durchaus unthunlich ist. So ist der sogenannte Granit mit vier

Beſtandtheilen, aus welchem die meiſten ägyptiſchen Obelisken gehauen ſind, ein wahrer Syenit, in welchem der Feldſpath in blättriger Form die Grundmaſſe bildet, und die Hornblende den Quarz und den Glimmer noch nicht ganz verdrängt hat.

Die Farbe der Syenite iſt meiſt weiß oder röthlich mit eingeſprengten dunkelgrünen Hornblendepunkten, was ihm ein ſehr gefälliges Aeußere giebt; auch ſind ſie deshalb und ihrer Feſtigkeit wegen ſehr als Baumaterial geſucht. Die Syenite bilden im Ganzen ebenſo viele Varietäten dar, als die Granite, ja vielleicht noch mehr. Doch ſind ſchiefrige und gneißige Syenite, wenn auch vorhanden, wenigſtens ſeltener, als gewöhnliche Gneiße, und der Syenit meiſt nur in ganzen Maſſen abgelagert. In Hinſicht des Kernes aber und der verſchiedenen Modificationen der einzelnen Beſtandtheile zeigen ſich die mannichfachſten Wechſel, wie im Granit. Wenn die Hornblende ſo Ueberhand nimmt, daß ſie die hauptſächlichſten Beſtandtheile des Geſteines zu bilden ſcheint, ſo wird der Syenit Amphibolit genannt, und Uebergänge zu dieſem Geſteine kommen ſehr häufig vor, beſonders ausgezeichnet in der Nähe von Chriſtiania.

3. Porphyrgeſteine.

§. 18 Eine andere Modification der Granite wird durch die Umänderung ihrer Structur in Porphyrſtructur herbeigeführt. Es ſind dies die ſogenannten quarzführenden Porphyre, deren Uebergang in den Granit man aber, im Morvan zum Beiſpiel, auf das Deutlichſte ſehen kann. Meiſt herrſcht in dieſen Porphyren eine feine Grundmaſſe von Quarz oder Feldſpath vor, die eine röthliche oder grünliche Farbe beſitzt und in deren Innern eine große Menge von größeren Kryſtallen deſſelben Minerals eingeſprengt liegen. Der Uebergang zu dieſen feinen porphyrähnlichen Grundmaſſen läßt ſich ſchon in den Graniten des St. Gotthard deutlich beobachten. Hier findet ſich der Quarz in rundlichen, compacten, deutlich abgeſonderten Körnern; jedes dieſer Körner iſt aber ein zuſammengeſetztes Ganze aus einzelnen rundlichen oder kryſtalliniſchen Körnchen zuſammengeſetzt, deren Zuſammenballung man deutlich wahrnimmt. Dieſe zuſammengeſetzten Körper brauchen ſich nur noch weiter zu zerlegen und in ihre feinen Körner zu zerfallen, ſo bleibt die feine Grundmaſſe übrig.

Es iſt im Allgemeinen unmöglich, zu beſtimmen, welcher mineralogiſchen Species die Grundmaſſe der Porphyre angehört, da die Elemente derſelben in den ächten Porphyren durchaus verſchmolzen oder aber höchſtens nur feinkörnig ſind; ſelbſt in denjenigen Geſteinen, welche dem bloßen Auge als Porphyr erſcheinen, deren Grundmaſſe aber aus feinen Kryſtallen

zusammengesetzt ist, selbst in diesen unächten Porphyren erscheinen diese Krystalle so klein, daß ihre Natur nicht bestimmt werden kann.

Die gewöhnlichen oder Feldstein-Porphyre werden als aus eurtischer Grundmasse bestehend angesehen, in welcher meist Feldspathkrystalle abgelagert sind. Sie schmelzen leicht zu einem schwarzen oder grauen Glase, sind braun, rothbraun oder violettgrau, zuweilen selbst grünlich, und kommen in Gängen und erhobenen Kuppen ziemlich häufig vor. Man schätzt sie ihrer Härte und schönen Politur wegen sehr als gutes, aber theures, schwer zu bearbeitendes Baumaterial. Es giebt zuweilen Arten, die leichter verwittern und dann in die sogenannten Thonporphyre übergehen.

Diese Thonporphyre bilden eine eigenthümliche Modification der ächten Porphyre durch die Eigenthümlichkeit ihrer Grundmasse, sich in erdige, thonige Massen bei der Verwitterung aufzulösen. Sie bilden meist Gänge oder Durchbruchshügel, haben einen erdigen Bruch, ein mattes Ansehen und meist braunröthliche oder grüne Farbe.

Die braunen Porphyre der Vogesen, welche in dieser Gebirgskette in großer Menge vorkommen, bilden ebenfalls eine eigenthümliche Klasse von Gesteinen, dadurch ausgezeichnet, daß ihre Grundmasse eine eigenthümliche braunrothe Farbe annimmt und viel Glimmer in ihrem Innern sich entwickelt, wodurch die Felsart sich wieder an den Granit anschließt.

§. 189. In dem Pechstein (Retinit) findet sich eine größere Quantität von Kieselerde, als in den gewöhnlichen Feldspathgesteinen. Die Felsart selbst ist nur selten; bildet Massen von einem eigenthümlichen harzigen Pechglanze und unvollkommenem, rauhem, muschligem Bruche. Sie bläht sich unter dem Löthrohre auf und schmilzt zu einem weißlichen Flusse. Es scheint diese Aufblähung von der Gegenwart von Wasser in dem Gesteine herzurühren, was um so merkwürdiger ist, als es zu den plutonischen Gesteinen gehört, die sich offenbar einst unter einem großen Hitzgrade befanden. Seine Farbe ist grau, in's Braune, Gelbe und Schwarze spielend; Feldspath, Albit und Glimmer finden sich oft darin eingesprengt.

§. 190. Es gehen diese Gesteine allmählich durch das Feinerwerden und Verschwinden des Kornes, sowie durch Verlust ihrer Krystalle und abgesetzten Bestandtheile in den Quarzit, Petrosilex oder Quarzfels über, ein Gestein, das meist nur in Gängen und Adern innerhalb des Granites, an einigen Stellen aber auch in mächtigen Bänken entwickelt ist und fast nur aus Kieselerde besteht. Wir werden die einzelnen Quarzite weiter unten behandeln.

§. 191. Eine direct entgegengesetzte Entwicklung der Porphyre bilden die Pyromeride, welche eigentlich nur eine Varietät derjenigen Porphyre bilden, wo die Grundmasse aus Jade besteht. In diesen Pyromeriden findet sich eine feldspathige Grundmasse, in welcher Knoten oder Ganglien eingestreut

sind, die meist einen concentrisch schaligen Bau haben, und sich auf diese Weise den ächten Mandelsteinen anschließen. Außer diesen schaligen Sonderungsflächen zeigen sich auch noch im Innern dieser Ganglien Strahlen, die von dem Mittelpunkte ausgehen und dem Gesteine, wenn es polirt ist, ein sehr charakteristisches Ansehen geben. Der Bruch ist rauh, ungleich, die Farbe gefleckt, bräunlich oder röthlich; die Politur hält sich leider nicht sehr gut.

Im Allgemeinen haben alle bis jetzt aufgeführten Gesteine, in welchen der Feldspath mehr oder minder eine besondere Rolle spielt, auch eine eigenthümliche Physiognomie, die sie vor allen anderen Felsarten auf der Stelle erkennen läßt, und ferner einen besonderen Charakter in der Verwitterung, wodurch sie oft ganz vortreffliche Muttergesteine für Dammerde abgeben. Alle nehmen durch die Verminderung ihres Kornes eine erdige Beschaffenheit an und zersetzen sich auch meist leicht in erdige Massen.

3. Trachytische Gesteine.

Alle diese Gesteine sind vulcanischen Ursprunges und schon dieser Umstand §. 19
unterscheidet sie von den Graniten und Porphyren, die zwar auch feurigen Ursprunges sind, namentlich die letzteren, aber doch in anderer Art, und die nicht mehr den eigentlich vulcanischen Gebilden angehören. Die meisten oder fast alle trachytischen Gesteine besitzen eine eigenthümliche Rauhigkeit beim Anfühlen, die von den kleinen Feldspathkrystallen ihrer Masse herrührt und die eben zur Bildung ihres Namens Veranlassung gegeben hat. Der Feldspath spielt in den Trachyten eine nicht minder bedeutende Rollen als in den Graniten und kommt in ihnen auch, wie in jenen, unter verschiedener Gestalt, als ächter Feldspath (Orthose), Albit und Ryakolith vor; auf den ersten Anblick sollte man sogar glauben, als fände sich nur letzterer in den Trachyten, da die darin vorkommenden Feldspathkrystalle alle ein eigenthümliches gläsernes Ansehen haben; die Krystallform indeß lehrt, daß der eigentliche Ryakolith nur selten ist, dagegen das gläserne Aussehen der anderen Feldspatharten eine besondere Ursache haben muß, die man noch nicht ergründet hat, da das Studium der einzelnen Mineralspecies in den Trachyten ganz ausnehmende Schwierigkeiten hat. Die verschiedenen alkalischen Basen, welche in den Trachyten vorkommen, sind fast stets vollständig mit Kieselerde gesättigt — freier Quarz kommt in den trachytischen Gesteinen nur äußerst selten vor.

Man unterscheidet je nach der verschiedenen Structur der Trachyte etwa folgende Arten, die aber alle, wie in den vorhergehenden Gruppen der Granite und der Porphyre, Uebergänge in einander bieten.

Granitischer Trachyt. Eine Felsart, die ziemlich selten ist, aber §. 19

in ihrem Aeußeren viel Aehnlichkeit mit Granit hat. Die Grundmasse ist aus krystallinischem Ryakolith gebildet und ist mit dunkelen Blättchen schwarzen Glimmers oder Amphibols (Actinot) eingesprengt. Man hat ihn Andesit genannt, da er namentlich in den Anden Südamerika's eine weitverbreitete Felsart bildet.

194. Porphyrische Trachyte sind bei weitem häufiger und dazu die gewöhnlichste Art der Erscheinung der Trachyte. Die Grundmasse ist äußerst fein, besteht aber doch bei genauerer Betrachtung nicht aus amorphen Körnern, sondern aus mikroskopischen Krystallen von glasigem Feldspathe, die auf frischen Brüchen in der Sonne glitzern. Diese Trachyte unterscheiden sich demnach von den granitischen Porphyren nur durch die Größe des Kornes, und in einzelnen Fällen wird dies Korn selbst so groß, daß durchaus aller Unterschied verwischt ist und man das Gestein, weil es aus vulcanischem Terrain kommt, für Trachyt erklären muß, während seine Structur es in der That dem granitischen Porphyre nahe stellt. Die Grundmasse selbst ist sehr verschieden, sowohl in ihrer Farbe als in ihrer Beschaffenheit; meist graulich, spielt sie mehr oder minder in das Grüne oder Rothe über; zuweilen ist sie äußerst leicht, blasig, schlackig; in anderen Fällen schwer, erdig. Man findet häufig Eisen und Amphibol in großer Menge darin eingesprengt; in einzelnen Gegenden ist das Titaneisen so häufig darin, daß beim Verwittern der Masse und beim Auswaschen des Gesteines durch den Regen das Titaneisen in Haufen zurückbleibt. Der Trachyt wird in einigen Gegenden, namentlich bei Königswinter im Siebengebirge, als guter Baustein gebrochen.

Obgleich die trachytischen Gesteine im Allgemeinen keinen feinen Quarz enthalten, so giebt es doch merkwürdiger Weise einige Felsarten, namentlich in Ungarn und Toscana, worin selbst größere Kerne und mandelartige Concretionen enthalten sind, die aus Quarz bestehen und dem Gesteine eine so ungleichartige Härte verleihen, daß es zu Mühlsteinen verbraucht wird. Auch diese Mühltrachyte stoßen sehr nahe mit den quarzführenden Porphyren in ihrem Ansehen zusammen, und können oft durchaus nicht an Handstücken von den letzteren unterschieden werden.

195. Eine dieser Varietät von Trachyten mit Quarzüberschuß direct entgegenstehende Modification kommt in einigen Vulcanen der jetzigen Epoche, und namentlich auf der Insel Ischia, vor. Diese Gesteine zeichnen sich durch ihre Armuth an Kieselerde aus; statt saurer oder gesättigter Silicate kommen nur basische Silicate (Protosilicate) in diesen Gesteinen vor, und der Feldspath ist durch Albit ersetzt. Es zeigt dies Beispiel auf's Neue, daß in den verschiedenen Arten von Feldspath die Quantität von Kieselerde wechseln kann, daß eine Art des Feldspathes durch eine andere ersetzt werden kann, ohne daß deshalb die Natur des Gesteines sich bedeutend ändert,

und daß noch andere eigenthümliche Modificationen der Feldspathe als wesentlich in den Gesteinen hervortreten, deren Grund die Mineralogen noch nicht erforscht haben. Die Trachyte von Ischia zeigen denselben Glasglanz, wie die anderen Trachyte, und durch diesen eigenthümlichen Glanz unterscheiden sich sowohl der Albit, als auch die Orthose der Trachytgesteine von denselben Species, die in den Graniten sich finden. Weshalb nun diese Verschiedenheit?

Der Domit, der namentlich in dem Puy de Dôme, woher er seinen §. 19
Namen hat, in großer Menge vorkommt, charakterisirt sich durch seine fein krystallinische, erdige Grundmasse, die sehr rauh und zerreiblich ist, in der Sonne glitzert, größere Krystalle von Ryakolith und schwarzem Glimmer enthält und nur sehr wenig Consistenz besitzt, so daß sie bald in eine erdige Masse zerfällt. Er bildet Gänge und Hügel. Die Masse im Großen hat ein mattes Ansehen, graue, braune oder gelbliche Farbe.

Eine andere Varietät der Trachyte stellt der Perlit dar, der ein §. 19
glasiges, oder perlmutterglänzendes Aussehen und einen sehr fein muschligen Bruch hat. Seine Masse versplittert sich nach allen möglichen Richtungen, so daß der Bruch feine, kleine glänzende Winkelflächen darstellt, die trotz der Gleichförmigkeit des Kornes durch die Menge ihrer Ecken eine Art Rauhigkeit darbieten. Durch Vervielfältigung dieser Spaltbarkeit gehen die Perlite einerseits in vollkommen erdige Massen über, während andererseits zuweilen die Flächen sich abrunden, seltener werden und kleine kugelförmige Abschnitte bilden, die wie Perlen oder selbst Nüsse neben einander liegen und schalenförmige Absonderungen bilden. Beudant hat diesen verschiedenartigen Uebergängen des Perlits eine besondere Aufmerksamkeit zugewandt; er unterscheidet Schalen-Perlit, Kugel-Perlit, porphyrischen, steinigen Perlit; — alle diese verschiedenen Abarten aber gehen durch unmerkliche Modificationen in einander über. Zuweilen selbst werden die Perlite schlackenartig und den Bimssteinen ähnlich. Ihre Farbe ist meist graulich mit Uebergängen in's Röthliche.

Der Obsidian ist ein wahrhaftes vulcanisches Glas von dunkelgrüner §. 19
oder schwarzer Farbe, meist durchaus gleichförmig von muschligem Glasbruch; zuweilen porphyrisch insofern (Obsidian-Porphyr), als er Krystalle von Feldspath oder Glimmer in seinem Innern enthält. Diese Glasmasse, die in dem natürlichen Ofen der Vulcane geschmolzen ist, enthält meist Kieselerde im Ueberschuß und umschließt zuweilen Mandelkerne, die ihm eine amygdaloidische Structur geben.

Den wahren Typus der trachytischen Rauhigkeit stellt der Bimsstein §. 19
dar, der Jedermann durch seinen mannichfaltigen Gebrauch zum Abreiben und Poliren bekannt ist. Seine Grundmasse ist sehr hart und rauh, aber zugleich sehr leicht und schwammig durch die vielen in ihm enthaltenen Po-

ren. Man kann den Bimsstein als eine vulcanische Schlacke betrachten, deren Blasen gleichsam unter bedeutendem Drucke in die Länge gezogen und ausgedehnt sind. Der Obsidian bläht sich beim Erhitzen in solche blasige schlackenartige Massen auf.

§. 200. Eine eigenthümliche Abart der Trachyte bilden die Phonolithe oder Klingsteine; harte, aber wenig rauhe Gesteine von porphyrischer Grundmasse, wachsartigem oder splitterndem Bruche und hellem Klange unter dem Hammer. Kein Gestein giebt unter dem Hammer einen solchen hellen, klaren Ton, als die Phonolithe. Ein anderer Charakter, der die Klingsteine von allen anderen Feldspathgesteinen unterscheidet, besteht darin, daß sie von concentrirten Säuren angegriffen werden und mit Hinterlassung einer gelatinösen Masse von Kieselerde sich auflösen, was vermuthen läßt, daß sie hauptsächlich aus Mesotyp zusammengesetzt sein mögen. Die Phonolithe werden zuweilen erdig und ähneln dann sehr den Domiten oder Perliten, von denen sie sich aber durch die erwähnte Eigenthümlichkeit unterscheiden; in anderen Fällen werden sie schiefrig und zuweilen selbst in hohem Grade, so daß sie an einigen Orten, im Puy de Dôme und im Mont d'Or als Dachschiefer benutzt werden, die aber immer sehr grob bleiben, da ihre Spaltbarkeit nicht so weit geht, als die der gewöhnlichen Dachschiefer.

4. Amphibol-Gesteine.

§. 201. Auch in diesen Gesteinen spielt der Feldspath eine Hauptrolle. Alle sind aus einer oder der andren Varietät des Feldspathes und einem Doppelsilicat von Eisen, aus Amphibol, zusammengesetzt, das eine dunkelgrüne oder schwärzliche Farbe hat. Man kann in diesen Grünsteinen mehre Arten unterscheiden, die sich durch die Varietät von Feldspath oder von Silicat auszeichnen, welche in ihre Masse eingehen. Bekanntlich unterscheidet sich der eigentliche Feldspath (Orthose) vom Albit durch ein anderes Krystallsystem, und diese Verschiedenheit zeigt sich auf dem Gesteine meist dadurch, daß der Albit in gewisser Stellung eine Menge feiner paralleler Linien bietet, welche nie auf den Orthosen vorkommen. Die in den einzelnen Felsarten vorkommende Varietät des Amphibols ist meistens die Hornblende.

§. 202. Der Diorit oder Grünstein ist das wahre Analogon des Granites oder noch besser gesagt, der Syenite, die bekanntlich aus Feldspath und Amphibol bestehen, wobei indessen meist noch Quarz als wesentlicher Bestandtheil hinzutritt. Der Grünstein enthält nur selten Quarz, und statt ächten Feldspathes (Orthose) findet sich in ihm Albit, so daß er eigentlich nur zwei Mineralspecies als wesentliche Elemente enthält, Albit und Amphibol (Hornblende). Die Hornblende der Diorite ist öfter gefärbt, dun-

kel grünlich oder bräunlich; die Feldspathe selten grünlich, meist weiß und durch die verschiedenen Mengungen entstehen die mannichfaltigsten Farbennuancen. Die Structur ist meist granitisch; das Korn sehr verschieden, bald sehr grob, bald wieder so fein, daß er fast in eine compacte Masse übergeht. An einigen Gegenden, wie in Corsica, wird der Diorit mandelig; er enthält hie und da Stellen, wo die Elemente kreisförmig um einen Mittelpunkt gruppirt sind. Die Diorite im Allgemeinen sind nicht sehr hart, aber äußerst zähe, so daß ihre Bearbeitung nicht ganz leicht ist.

Die verschiedenen Abarten der Grünsteine kommen sehr häufig in der Natur vor; sie sind plutonischen Ursprunges und meist mit Porphyren vergesellschaftet, so daß in granitischen Gesteinen man ihre Gegenwart als Anzeichen porphyrischer Eindringungen hält.

Die Grünsteinporphyre unterscheiden sich von den eigentlichen §. 20
Dioriten nur durch die Größe des Kornes der Grundmasse. Das Korn ist nämlich ganz verschwunden und eine gleichförmige Grundmasse von mattem ungleichen Bruche vorhanden, die graue oder grüne Farbe zeigt und in welchen größere Krystalle von Albit und Amphibol eingesprengt liegen. Die Grundmasse besteht wahrscheinlich aus einem feinen unkrystallisirten Gemische derselben Mineralien, in welche sich noch viele andere Mineralspecies eingesprengt befinden. Einige dieser Grünsteinporphyre enthalten eine bedeutende Menge Kalk, so daß sie mit Säuren aufbrausen (Chemnitz). Die Felsarten dieser Art kommen häufig aller Orten vor, namentlich aber in Ungarn, dem Ural und Südamerika, und in dem ersten Lande finden sich viele Orte, wo der Albit bedeutend über den Amphibol die Oberhand gewinnt und dadurch Gesteine gebildet werden, die kaum von dem braunen Porphyr der Vogesen unterschieden werden können.

Es kommen in der Reihe der Amphibolgesteine ganz ähnliche Degrada- §. 20
tionen und allmähliche Uebergänge vor, wie in den Graniten. So verschwindet der Albit zuweilen gänzlich, und es bleibt eine compacte Masse von dunkler Farbe, der Amphibolit oder Hornblendefels. Dieser ist meist körnig, und in Gestalt von Gängen zwischen porphyrischen und metamorphischen Gesteinen eingesprengt.

In anderen Fällen bildet sich Anthophyllit, oder Hornblende- §. 20
schiefer, die man als die wahren Gneiße der Dioritreihe ansehen könnte, indem sie ganz dieselbe Absonderung, wie jener zeigen. Sie sind blätterig, oft auch sehr feinschieferig, von dunkler Farbe, die meist in's Grüne spielt.

Die Cornéenne (lapis corneus, Aphanit) bildet eine andere Degrada- §. 20
tionsform. Das Korn wird unbestimmt, der Bruch flachmuschelig und an den äußersten Grenzen dieser Veränderung finden wir eine gleichförmige weiche, aber äußerst zähe Masse, die eine hornige Consistenz hat und deren halbzersetzte Varietäten sich mit dem Messer schneiden lassen. Die Farben

der Cornéenne spielen um ein dunkeles Grau, mit einem Stich in's Grüne oder Rothe; sie schmelzen zu einem schwarzen Email, und scheinen überhaupt nur halbgeflossene und geschmolzene Diorite zu sein.

207. Zuweilen enthalten die Cornéenne Kalk, und manchmal wird die Menge dieser Beimengung so bedeutend, daß man daraus eine eigene Felsart gemacht hat, die man Hemithren genannt hat. Da indeß der Kalk sich nur in Form weißer Flecke eingesprengt findet, so möchte es ebenso natürlich sein, ihn auch als eingesprengte Masse zu behandeln, und somit den Hemithren für eine Cornéenne anzusehen, dem Kalk eingesprengt ist, um so mehr, als noch gar mannichfache Mineralien sich in der Cornéenne eingesprengt finden.

5. Die Pyroxen-Gesteine

208. bilden eine ähnliche mannichfaltige Reihe, wie die schon früher aufgestellten Gruppen. Die Hornblende, welche in den Grünsteinen wesentlicher Bestandtheil war, ist hier durch Pyroxen ersetzt, der meist mit Labrador verbunden ist, sowie der Amphibol sich vorzugsweise mit Albit vereinigt. Diese Gruppirung der verschiedenen Mineralspecies mit verschiedenen Arten aus der Feldspathgruppe und das Zusammenhalten bestimmter Formen erklärt sich leicht aus ihrer verschiedenen Zusammensetzung. Der Labrador enthält nur wenig Kieselerde, der Albit weit mehr, und ebenso ist der Amphibol reicher an diesem Bestandtheile, als der Pyroxen. Da nun die meisten der Massen, worin sich diese Gesellschaftung vorfindet, einst in feurigem Fluß waren, so erklärt sich leicht, warum aus einer an Kieselerde armen Masse Labrador und Pyroxen, aus einer an diesem Bestandtheile reicheren Albit und Amphibol herauskrystallisirten.

209. Der Grünstein oder Dolerit entspricht in Aussehen, Verschiedenheit des Kornes u. s. w. durchaus dem Diorit; es ist der Granit der Pyroxenreihe — doch verleihen ihm die länglichen, platten und schillernden Tafeln des Labradors, die in seine Zusammensetzung eingehen, ein eigenthümliches Ansehen. Der Pyroxen hat eine schwarze Farbe, die angenehm auf dem hellen Weiß des Labradors absticht. Er bildet meist Gänge und ungeschichtete Massen in den basaltischen und vulcanischen Formationen, und kommt im Allgemeinen selten vor. Das Korn ist zuweilen ziemlich grob, oft aber wird es durch verschiedene Schattirungen äußerst fein, selbst unsichtbar, und so gehen die Dolerite in porphyrartige Gesteine über.

210. Doleritporphyre könnte man wohl alle Gesteine nennen, welche durchaus dieselbe mineralogische Zusammensetzung hätten, wie der Dolerit, aber eine gleichförmige compacte Grundmasse mit eingesprengten Krystallen von Pyroxen und Labrador. Gewisse Laven des Aetna und der Auvergne

würden hierher gehören, indem in diesen eine dunkle Grundmasse, die offenbar aus diesen beiden Mineralien zusammengeschmolzen ist, einzelne Krystalle davon enthält.

Besonders aber treten unter diesen Dolerit- oder Pyroxenporphyren die Melaphyre hervor, compacte Gesteine mit gleichförmiger Grundmasse, meist von dunkler Farbe, die aus dem Schmutziggrauen in's Schwarze und Dunkelgrüne übergeht. Es sind dies sehr feste, schwer zu bearbeitende Felsarten, die zuweilen, wie die Ophite aus Aegypten, die ebenfalls zu ihnen gehören, sehr schönen Stoff zu Bauten und feineren Kunstarbeiten bieten; sie sind sehr hart und nur schwer ritzbar durch Quarz; concentrirte Säuren greifen sie größtentheils an und lösen sie auf, was einen guten Charakter zum Unterschiede von anderen Porphyren darbietet. Es giebt indeß manche Felsarten, welche bei vollkommener äußerer Aehnlichkeit mit den übrigen Melaphyren, diese Eigenschaft der Löslichkeit in Säuren nicht theilen, so z. B. die Melaphyre von Elbingerode am Harze. §.

Die Basalte hält man ebenfalls für ein inniges Gemenge von Labrador und Pyroxen, obgleich bei der Gleichförmigkeit ihrer grauen und schwärzlichen Grundmassen eine solche Unterscheidung fast unmöglich ist, und aus anderen Erscheinungen vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden kann, daß auch andere Gesteine in die Bildung der Grundmasse eingehen. Die Basalte sind offenbar einst feuerflüssig gewesen und ihre säulenförmige, prismatische Absonderung eine Folge der Erkaltung. Der Labrador bildet die Hauptmasse, mehr, als die Hälfte; da aber der Pyroxen schwarz ist, so ist doch die Farbe des Gesteines meist ein sehr dunkles Grau und nur selten hell. Der in den Basalten eingesprengte Peridot ist fast ein charakteristisches Mineral für die Basalte, die zuweilen sehr schwer von Melaphyr zu unterscheiden sind. Sehr häufig trifft man an den Basalten, außer der so auffallenden Säulenform, noch eine Art concentrisch schaliger Anordnung ihrer Elemente, wodurch eine eigenthümliche Verwitterung bedingt wird. Die Säulen trennen sich nämlich in einzelne, rundliche Scheiben oder abgeplattete Kugeln, die immer mehr und mehr schalig verwittern, so daß die Säulen zuweilen, wie in der sogenannten Käsegrotte bei Bad Bertrich, das Ansehen auf einander geschichteter Schachteln oder Käse haben. §.

Die Basalte bilden Gänge und Durchbrüche, zuweilen rundliche Kuppen oder weit ausgedehnte Schichten, die senkrecht auf ihre Grundfläche in Säulen zertheilt sind.

In besonderen Fällen zerlegt sich der Basalt in schlackenartige oder auch körnigstaubige Massen, die dann zuweilen durch Infiltration von Wasser wieder zusammengebacken wurden, oft eine mehr oder weniger hornige, zähe Textur besitzen, und so Wacken genannt werden. Meist sind indeß die Wacken nur von geringer Härte, leicht zerbrechlich, in vielen Fällen sogar sehr staubig und zerreiblich.

Die Existenz dieser Basaltwacken hat in früheren Zeiten eine weit größere Rolle gespielt, als jetzt, da man aus ihrem Ansehen schloß, daß sie aus dem Wasser abgesetzt seien, und somit alle Basalte als neptunische Gebilde ansah. Heut zu Tage bedarf eine solche Behauptung keiner Widerlegung mehr. Die Wacken sind grau, mit Uebergängen in's Braune, Rothe oder Gelbe, sie lassen sich zuweilen mit Wasser anrühren, aber ohne damit einen Teig zu bilden, wie der Thon.

Die Pyroxengesteine erleiden ähnliche Degradationen, wie die schon betrachteten Reihen.

213. Der Nephelit ist eine Felsart von granitischer Structur, weißlichgrau mit dunkelen Punkten, von sehr verschiedenem Korn, der aus Nephelin und Pyroxen besteht. Es giebt großkörnige Varietäten, die dem grobkörnigen Granite sehr ähnlich sehen; andere, die so fein in ihrem Korne werden, daß sie dem Basalte in ihrem Ansehen sehr nahe stehen.

Die übrigen Degradationen der Pyroxengesteine bieten meist Porphyrstructur.

214. Cyclophyr könnte man ein sehr variables Gestein nennen, das zuweilen grobkörnig wird, meist aber aus gleichförmiger Grundmasse mit manchen eingewebten Krystallen besteht und den Fuß des Aetna, sowie die cyklopischen Inseln in dessen Nähe bildet. Der Cyclophyr besteht aus Analcim und Pyroxen, was um so auffallender erscheinen könnte, da das Gestein sich einst offenbar in feurigem Flusse befand, ja an einzelnen Stellen in prismatischen Säulen, wie der Basalt, sich absondert, und dennoch beim Erhitzen Wasser giebt, indem der Analcim ein wasserhaltiges Mineral ist. Jetzt, wo man die große Rolle kennt, welche die Wasserdämpfe in den vulcanischen Erscheinungen spielen, ist dies Vorkommen des Analcims im vulcanischen Gesteine nicht mehr so auffallend und unerklärlich.

215. Der Leucitophyr ist die dem vorhergehenden Gesteine entsprechende Felsart, die am Vesuve vorkommt, wo sie ganz so den Fuß und die untersten Bekleidungen, den Berg Somma und die anliegenden Massen bildet, wie der Cyclophyr den Fuß des Aetna umhüllt. Der Leucitophyr besteht aus Leucit und Pyroxen; seine Grundmasse ist graulich; die eingesprengten Krystalle aller Art sehr häufig.

Die neueren Laven des Vesuvs könnte man Sodalophyr nennen, da sie aus Sodalit und Pyroxen bestehen.

Sehr selten ist der Hauynophyr, eine aus Hauyn und Pyroxen zusammengesetzte Felsart.

8. Hypersthen-Gesteine.

216. In allen diesen Gesteinen, die indeß nicht sehr häufig vorkommen, findet sich Hypersthen mit Labrador verbunden. Sie wurden früher mit den

Dioriten verwechſelt, und G. Roſe erſt in ſeiner Abhandlung über die Grünſteine hat ſie unterſcheiden gelehrt. Der Bruch iſt ſplitterig, die Farbe der Geſteine graugrün, das Korn ſehr wechſelnd. An einigen Stellen ſind beide Elemente ſehr genau geſchieden und die Lagerſtätte der großen Kryſtalle von Labrador, die nach der Küſte, wo ſie gefunden werden, genannt ſind, bricht gerade in einem ſolchen Hyperſthenfels oder Hyperit, wie man ihn neuerdings zu nennen vorgeſchlagen hat. Zuweilen wird das Korn im Gegentheile äußerſt klein, und in anderen Fällen entſtehen, durch das allmähliche Schwinden des Labradors, mannichfaltige Degradationen, deren Reihe mit Felsarten endigt, wo faſt nur noch Hyperſthen vorkommt. Auf der andern Seite mengt ſich zuweilen Quarz als drittes Element ein, ſo daß man das Geſtein mit Syenit verwechſelt hat, oder auch mit Granit, mit welchem es in ſeiner äußeren Erſcheinung viel Aehnlichkeit hat. Man könnte dieſen Verſchiedenheiten nach die Hyperite in eine Menge verſchiedener Felsarten zerlegen, was auch ohne Zweifel geſchehen würde, wenn ſie in der Zuſammenſetzung der Erdrinde eine ſo bedeutende Rolle ſpielten, wie die granitiſchen Geſteine; da aber trotz ihrer Verbreitung in Labrador, am Harz, am Ural und anderen Orten dies nicht der Fall iſt, ſo iſt bis jetzt ein ſolcher Verſuch, der nur zu unnöthigen Zerſplitterungen führen würde, noch nicht gemacht worden.

7. Diallage-Geſteine.

§. 21 G. Roſe erklärt die Jade, die mit Diallage zuſammen dieſe Geſteine bildet, zwar nur für eine unvollkommen kryſtalliſirte Varietät des Labradors; allein nichts deſtoweniger erſcheint doch die Trennung dieſer Geſteine von den vorigen gerechtfertigt.

Das Korn der Euphotide, wie man die Geſteine dieſer Klaſſe, welche granitiſche Structur haben, nennt, iſt äußerſt verſchieden; bald ſehr grob, ſo daß beide Elemente deutlich zu unterſcheiden ſind, und die blätterigen, zerſplitternden Kryſtalle der Diallage ſich leicht von den Maſſen der Jade unterſcheiden; bald wieder ſo feinkörnig, daß das ganze Geſtein porphyriſch wird. Mit dieſer letzten Aggregationsänderung ſcheint auch das Verſchwinden der Diallage gleichen Schritt zu halten, ſo daß man Geſteine antrifft, wo nur noch Jade allein die ganze Maſſe bildet. Die Farbe dieſer Felsarten, die in den ſüdlichen Alpen, beſonders am Monte Roſa, in großer Menge vorkommen und ſich auch an anderen Orten finden, iſt meiſt grünlich, zeigt aber auch mannichfaltige Uebergänge in Röthlichbraun und Weiß. Die Euphotide geben bei der Deſtillation Waſſer, da der Diallage eine geringe Menge Waſſer enthält; obgleich plutoniſchen Urſprunges, iſt dieſe Eigenſchaft hier doch weniger auffallend, als bei rein vulcaniſchen Maſſen, die in vollkommen feurigem Fluſſe ſtanden.

8. Trapp-Gesteine.

218. An die vorstehenden Felsarten schließt sich eine ganze Reihe von Gesteinen an, die insofern mit ihnen übereinkommen, als sie alle nur einfache Silicate enthalten, mithin gleichsam basische Kieselsalze sind, während die granitischen Gesteine und ihre Nachbarn alle sich dadurch einander nähern, daß sie Kieselerde im Ueberschusse enthalten, mithin wirklich saure Silicate sind. Die Trappe sind aber von allen vorhergehenden basischen Gesteinen dadurch unterschieden, daß sie durchaus keine wahrnehmbare Structur besitzen und daß selbst unter dem Mikroskope, bei der genauesten mechanischen Analyse, keine bestimmten Structurelemente wahrgenommen werden können. Sie haben einige Beziehung zu den Basalten; sind, wie diese, auch vulcanischen Ursprunges, und befanden sich zur Zeit ihrer Bildung in feurigem Flusse und theilen sich ganz, wie sie, in regelmäßige Abtheilungen oder selbst in prismatische Säulen. Alle diese Trappe, welche Hauy einst mit anderen Gesteinen noch, eben ihrer unbestimmbaren Structur wegen, Aphanite nannte, sind rauh beim Anfühlen. Es ist wahrscheinlich, daß die chemische Analyse dereinst Mittel an die Hand geben wird, die verschiedenen Trappe an die ihnen zugehörenden Plätze zu verweisen; vor der Hand ist dies noch nicht möglich. Durocher hat in seiner Arbeit über die Trappe der Farör Inseln den Weg gezeigt, den die chemische Analyse zu diesem Endzwecke nehmen muß; er hat in der That nachgewiesen, daß die dortigen Trappe aus zwei verschiedenen Varietäten bestehen, wovon die eine unter die Hyperite, die andere unter die Euphotide gerechnet werden muß und die dadurch leicht unterscheidbar sind, daß die eine Varietät bei der trockenen Destillation Wasser giebt, die andere nicht. In anderen Fällen wird indeß dies einfache Verfahren nicht ausreichen, und dann müssen die genauesten quantitativen Analysen angestellt werden, um zu sehen, welche Mineralien in die Zusammensetzung dieser so structurlosen Gesteine, welche wir Trappe nennen, eingehen. Die Trappe spielen, wie die Layen, in allen möglichen Farben je nach der Beimengung verschiedener Metalloxyde, die nur zufällig ist, meist erscheinen sie von dunkler Farbe, die in's Grüne schillert. Die Trappe bilden sehr häufig Gänge und Erhebungskuppen, die in Folge der eigenthümlichen Absonderungsflächen treppenartig aussehen.

9. Serpentin-Gesteine.

219. Die Serpentine bilden ein Beispiel jenes seltenen Verhältnisses, wo eine bestimmte Mineralspecies zugleich als Gestein, und zwar in bedeutenden Massen, auftritt und großen Antheil an der Bildung der Erdrinde und namentlich der Gebirge nimmt. Der Serpentin ist bekanntlich ein Bisilicat

von Bittererde mit Bittererdehydrat verbunden, er giebt demnach bei der Deſtillation Waſſer ab. Meiſtens bildet er unbeſtimmte, faſt ſtructurloſe Maſſen, die in enger Beziehung zu den Euphotiden ſtehen, und man kann ſicher darauf rechnen, daß da, wo man dies letztere Geſtein antrifft, der Serpentin nicht weit entfernt iſt. Auch enthalten die Serpentine eine bedeutende Menge von Diallage, was eben zu dieſer Annäherung zum Euphotid noch beiträgt. Es iſt eine zarte, weich und ſeifig anfühlbare, aber zähe Maſſe, die ſich leicht drehen und ſchneiden läßt, oft an der Luft erhärtet und meiſt in maſſigen Formen, zuweilen aber in ſchichtförmigen Abſonderungen und manchmal ſelbſt als ſchiefriges Geſtein auftritt. Die bittererdehaltigen Mineralien beſitzen meiſt dies zarte, ſeifenartige Anfühlen. Der Serpentin iſt meiſt grün und wird an der Luft roth; er enthält zuweilen viel Asbeſt in Adern und bildet im Ural die Lagerſtätte des Platins. In der Dauphiné und den ſüdlichen Alpen wird er zu Töpfen, Mörſern und anderen Geräthſchaften verarbeitet.

10. Talk-Geſteine.

Auch dieſe Geſteine haben das weiche, ſeifenartige Anfühlen, welches den §. 22
Serpentinen zukam, nur in noch weit höherem Grade. Sie ſind meiſt leicht zerreiblich und kommen zuweilen in großen Maſſen vor, in welchen der Talk das einzige mineralogiſche Element bildet. Der Talk iſt entweder blätterig oder kryſtalliniſch in kleineren Maſſen. Man benutzt die erſteren Varietäten, die man pierre ollaire (Topfſtein) nennt, in der Dauphiné als vortreffliches Topfmaterial, indem man mittelſt beſonderer Inſtrumente die Maſſe ſchneidet, ſo daß ein Schnitt um den andern herumgeht, und dann durch einen geſchickt angebrachten Hammerſchlag das Ganze ſpaltet, wo dann der Stein in ebenſo viel in einander geſchachtelte Töpfe aus einander ſpringt, als man Schnitte vorgezeichnet hat. Dieſe Töpfe ſind ſehr leicht, feſt und widerſtehen dem Feuer ſehr gut.

Der Talkſchiefer (Steaſchiſte), der an vielen Orten vorkommt, iſt §. 2
ein Gemiſch von Talk und Quarz, und oft ſchwierig von dem ſpäter zu erwähnenden Glimmerſchiefer zu unterſcheiden. Doch hilft hier immer der eigenthümliche Glanz und das ſeifenartige Anfühlen des Talkes, das der Glimmer nicht beſitzt, obgleich auf der andern Seite die grünliche oder ſchwärzliche Farbe dieſer Schiefer oft Urſache zur Verwechſelung geben könnte. Aus demſelben Grunde hat man oft die ſogenannten Chloritſchiefer, die Chlorit und Quarz enthalten, mit den Talkſchiefern verwechſelt. Die Talkſchiefer verhalten ſich etwa zu den Protogynen, wie die Gneiße zu den gewöhnlichen Graniten, und ſie ſind auch in der Nähe der letzteren ſehr bedeutend entwickelt.

11. Glimmer-Gesteine.

§. 222. An einigen Orten, wie in den Vogesen und der Bretagne, kommen solide Gesteine vor von granitischer Structur, in welchen der Glimmer die Hauptmasse bildet und nur mit Quarz oder auch mit Amphibol in sehr geringer Quantität gemischt ist, was darauf hindeuten dürfte, daß sie entweder in Granit oder in Grünstein übergehen.

Weit häufiger kommt der Glimmerschiefer (Micaschiste) vor, ein Gestein aus Quarz und vielem Glimmer zusammengesetzt, das sich in großen schichtförmigen Ablagerungen trennt und durch unzählige Uebergänge sich mit den Gneißen verbindet. Oft sind diese Glimmerschiefer so fein getheilt in ihrer schieferigen Structur, daß sie zu Dachschiefern benutzt werden; in anderen Fällen ist die Theilung nicht so weit vorgeschritten. Das Gestein ist meist, durch beigemengte Eisensalze, schwärzlich gefärbt mit sehr kleinen, glimmernden Punkten, und kommt namentlich in den Alpen in großer Menge vor. Wenn es gleich seinen Ursprung plutonischen Einwirkungen verdankt, so scheint es dennoch nicht in Fluß gewesen zu sein, sondern zu der großen Klasse metamorphischer Gesteine zu gehören, die ursprünglich in anderer Gestalt abgesetzt, durch spätere Einflüsse aber geändert wurden. Wahrscheinlich, wenn nicht gewiß, gehören alle Glimmerschiefer zu den metamorphischen Gesteinen. Die aus ihnen gebildeten Gebirgsstöcke zeigen sich unter der Gestalt von langen, scharfen Kämmen, deren Durchschnitt eine spitze Pyramide ist, und wo meist die eine Wand, fast senkrecht abfallend, die Schichtenköpfe zeigt, während die andere Wand der Pyramide dem Schichtenfalle entspricht.

Der Quarz gewinnt zuweilen die Oberhand in dem Glimmerschiefer und bildet dann sehr harte, durchscheinende Gesteine, die in mannichfachen Uebergängen zwischen den Glimmerschiefern einerseits und den reinen Quarzfelsarten andererseits spielen. Der Aventurin gehört zu diesen Gesteinen, die sichtlich den Quarziten sich nähern, und es gehört sogar nicht zu den Seltenheiten, eine Bank von Glimmerschiefer in reinen Quarzit sich umwandeln zu sehen.

12. Quarz-Gesteine.

§. 223. Die Quarzite, deren allmähliche Uebergänge aus den glimmer- und feldspathhaltigen Mineralien man auf diese Weise leicht verfolgen kann, erscheinen unter mehrfachen Gestalten. Manchmal haben sie ein deutliches Korn und sind selbst so deutlich aus Körnern zusammengesetzt, daß sie in unzusammenhängenden Sand zerfallen. In anderen Fällen erscheint der Bruch nur etwas körnig, die ganze Masse aber hyalinisch durchscheinend.

Schieferige Abblätterungen sind ebenfalls nicht selten in reinen Quarziten zu finden.

Verschieden von den eigentlichen Quarziten, die meist als Gänge und §. 2
Adern in anderen Felsarten, selten als isolirte Massen auftreten, und stets als eine Degradation anderer Felsarten erscheinen, sind die Kiesel oder Siler, die auch, nach Ehrenberg, einen durchaus andern Ursprung haben, indem sie, gleich den sogenannten Kieselguhren, fast nur aus Infusorienschalen bestehen, die durch eine hyalinische Masse mit einander vereinigt sind. Meist treten diese Siler oder Flintensteine als isolirte rundliche Massen in der Kreide auf, und während sie im Innern fast sehr durchscheinend sind und einen muschligen Bruch bieten, so tritt die äußere Schicht dieser Kiesel unter anderer Gestalt auf, indem sie wolkig, unrein ist und allmählich in eine erdige Masse übergeht, die sich nach und nach mit der Kreide vereinigt. Die Kieselguhre sind lose, feinpulverige, sandartige Massen, die namentlich in Böhmen ziemlich verbreitet und den Tripelmassen sehr nahe verwandt sind, welche sich meist nur durch gelbliche Farbe davon unterscheiden.

Die Mühlsteine bilden eine eigene Abart der Quarzite, indem in §. 2
ihnen festere Kiesel in eine weniger harte Masse eingebacken sind, wodurch diese Gesteine zu dem Gebrauche, welchen ihr Name andeutet, vor anderen geeignet erscheinen. Meist ist diese Bindemasse ein Kieselsand, zuweilen aber ist sie auch kalkig.

Auch den Prüfstein könnte man als einen besonderen Quarzit auf- §. 2
führen, da er eine schwarze Farbe hat, während die anderen meist weiß sind, und eine eigene feine Rauhigkeit besitzt, wodurch er von den zu probirenden edlen Metallen winzige Partikelchen abreibt, die dann durch die Farbe des Striches den Gehalt des Goldes und Silbers approximativ angeben.

Der Jaspis endlich tritt an einigen Stellen in großen Massen auf, §. 2
namentlich in der Nähe von Sandsteinfelsen, die mit granitischen Gesteinen in Berührung sind. Es ist ein Quarzit, der meist Bänderstructur zeigt und dessen lebhafte, helle Farben, die meist durch Eisen- oder Mangangehalt bedingt werden, ihn zu mannichfachem Gebrauche tauglich machen.

13. Kalk-Gesteine.

Der kohlensaure Kalk gehört zu den wenigen Mineralspecies, welche für §. 2
sich allein große Massen von Gebirgen und somit auch eigenthümliche Felsarten bilden, die man mithin nicht nach ihrer Zusammensetzung oder Mengung classificiren kann, sondern wo man hauptsächlich die Aggregationszustände, in welchen der Kalk sich befindet, in's Auge fassen muß.

Krystallinische Kalksteine haben meist jenes eigenthümliche, saccha- §. 2

roidiſche Ausſehen, welches die Maſſe wie Zucker erſcheinen läßt. Das Korn dieſer Kalkſteine iſt ſehr verſchieden; ebenſo ihre Härte und Zähigkeit, und bekanntlich unterſcheiden ſich die verſchiedenen Marmorarten, welche den Typus der kryſtalliniſchen Kalkſteine bilden, außerordentlich in dieſer Hinſicht. Meiſt ſind dieſe Geſteine weiß, ſpielen aber auch in's Graue und Röthliche; ja unter beſonderen Umſtänden, namentlich wenn ſie der Einwirkung der Hitze ausgeſetzt geweſen ſind, bieten ſie zuweilen eine ſchwärzliche Farbe dar. Der kryſtalliniſche Kalkſtein enthält ſehr oft fremde Mineralien eingeſprengt, und namentlich beobachtet man öfters Glimmerblättchen in der Maſſe, die zuweilen ſo ſehr überhand nehmen, daß der Kalkſtein förmlich in einen kalkhaltigen Glimmerſchiefer übergeht. In anderen Fällen bildet der Glimmer Druſen und Neſter im Kalkſteine, die dann ſtets ſehr reich an kryſtalliſirten fremden Mineralien ſind. Die weißen Marmorarten ſind bekanntlich je nach der Größe und Gleichförmigkeit ihres Kornes ſehr verſchieden und ihres Gebrauches zu Bildhauerarbeit wegen außerordentlich geſucht.

130. Concretionirte Kalkſteine ſind ſchon ſeltener. Der Alabaſter zeigt ein ſchönes Beiſpiel dieſer Structur, die zwar für den Mineralogen nicht ſehr von derjenigen der kryſtalliniſchen Kalkſteine abweicht, allein um ſo mehr im ökonomiſchen Gebrauche von Bildhauern und anderen Gewerken beachtet wird. Die meiſt kleinen rundlichen oder kryſtalliniſchen Körner liegen hier in einer mehr homogenen Maſſe eingebacken oder faſt wie eingeſchmolzen, ſo daß das Korn ungleich iſt und der Bruch zuweilen flaſerig wird. Auch in Leitungsröhren, Stalaktiten und anderen ſolchen aus dem Waſſer abgeſetzten Niederſchlägen zeigt ſich oft dieſe Structur. Die Geſteine erſcheinen glasartig, durchſcheinend, nicht ſo hell weiß wie der Marmor, und ihre Politur hat immer etwas Mattes und Fettiges.

131. Der Oolithenkalk ſtellt eine eigenthümliche Form des concretionirten Kalkes dar. Er beſteht aus lauter kleinen, kugelförmigen, zuſammengebackenen Körnern, die zuweilen mehre ſchalenförmige Hüllen darbieten und nicht übel dem Laiche gewiſſer Fiſche gleichen, daher der Name. Zuweilen werden dieſe eiähnlichen Körner ſo groß wie Erbſen; meiſt aber zeigen ſie ſich nur ſtecknadelknopfgroß, mit einer großen Menge von Foſſilen untermengt. Die Oolithenkalke ſind ungemein weit verbreitet und erſcheinen deshalb unter ſehr verſchiedenem Anſehen; meiſt ſind ſie ziemlich hart, feſt und zeigen einen compacten, körnigen Bruch. Die Oolithen geben meiſt ſehr gute Bauſteine ab; ihre Farbe iſt gelblich, zuweilen bläulich oder blaugrau; in den juraſſiſchen Gebilden namentlich treten ſie in großen Maſſen auf.

132. Die Kreide zeigt einen erdigen Bruch, kaum körnige Beſchaffenheit und ſcheint, nach Ehrenberg's Beobachtungen, faſt einzig aus mikroſkopiſchen Schalen kleiner mikroſkopiſcher Polypen der Polythalamien oder

Rhizopoden zu bestehen. Die Schalen dieser Thiere, die man auch Foraminiteren genannt und irrthümlich unter die Cephalopoden, in die Nähe der Dintenfische und der Sepien gesetzt hat, finden sich in ungeheurer Menge in der Kreide nicht nur, sondern auch in anderen ähnlichen Felsarten, und es wird immer wahrscheinlicher, daß aller Kalk, der concretionirte und der krystallinische ausgenommen, nur aus Theilen fossiler Thiere besteht, und somit die Alten mit dem Axiome »omnis calx ex vivo« Recht hatten. Man unterscheidet, je nach dem verschiedenen ökonomischen Gebrauche, verschiedene Arten von weißer Kreide, die aber meist nur zu der größeren oder geringeren Menge von sandigen Massen oder zu der Festigkeit derselben Bezug haben.

Die Kreide mengt sich mit manchen anderen Bestandtheilen, mit Thon §. 23
sehr oft, in anderen Fällen mit Chlorit, wo man sie unter dem Namen der chloritischen Kreide (Glauconit) unterschieden hat. Die chloritische Kreide ist meist sandig, mit vielen Quarztheilen gemengt, grünlich, gelb, selbst schwarz, und untauglich zu ökonomischem Gebrauche.

Nicht selten ist es auch, den festen Kalkstein allmählich Thon aufnehmen §. 23
und damit endlich eine Masse bilden zu sehen, die mit Wasser teigig und Mergel genannt wird. Oft trifft man solche mergelige Kalksteine, die durchaus fest und hart erscheinen, aber, der Luft ausgesetzt, in kurzer Zeit verwittern und zerfallen. Die Mergel unterscheiden sich dadurch von den Thonen, mit denen sie sonst in ihrem Verhalten große Aehnlichkeit haben, daß sie mit Säuren aufbrausen und sich theilweise auflösen.

Auch Kieselerde nimmt der Kalk zuweilen auf, meist indeß bildet der Quarz eigene selbstständige Adern in der Masse.

In noch anderen Fällen wird er von Erdpech und Bitumen durchdrun- §. 23
gen, und oft in so bedeutender Masse, daß er zu ökonomischen Zwecken, als Asphalt, zu Trottoirs, Wasserbecken u. s. w. ausgebeutet wird. Seyssel in Frankreich, Val de Travers in der Schweiz, Hall in Tyrol sind die vorzüglichsten Lagerstätten solcher asphaltigen Kalksteine, die meist eine schwärzliche Farbe haben und leicht an dem bituminösen Geruche erkannt werden. In einzelnen seltenen Fällen besteht die durchdringende Masse nicht aus Bitumen, sondern aus Anthracit, wo dann natürlich der Erdpechgeruch fehlt.

Compacte Kalksteine. In diesen unterscheidet man kein Korn §. 23
mehr; die ganze Masse ist homogen, bricht muschelig und zeigt meist nur sehr wenig oder gar keine eingesprengte Mineralien, dagegen in den häufigsten Fällen eine Unzahl von Fossilen, welche darin abgelagert sind. Sie sind meistens weißlich, oder gelblich und graulich; die sogenannten lithographischen Schiefer bieten das reinste Beispiel dieser Felsart dar, die in ungeheuren Massen auf der Erde entwickelt ist. Zuweilen enthält der compacte

Kalk Gänge und Adern, in welchen sich meist Kalkspath oder Quarz, aber nur wenige andere Mineralien finden. Oft wird er in diesen Fällen so hart, daß er polirt werden kann und dann als geäderter Marmor in Gebrauch gezogen wird. Man erkennt diese geäderten Marmorarten auf der Stelle an den verschiedenfarbigen, sie durchziehenden Bändern und an der Dunkelheit ihrer Substanz, wenn sie einfarbig sind; während die ächten krystallinischen Marmorarten durchscheinend an den Rändern sind. Der compacte Kalkstein enthält zuweilen so viel Fossile, daß er gleichsam nur ein zusammengebackener Haufen von Versteinerungen scheint, wo man ihn dann Breccien- oder Lumachellenkalk nennt, eine Benennung, die nur auf der größeren Häufigkeit der Fossile beruht, da die eigentliche Masse des Breccienkalkes sich in Nichts von den anderen compacten Kalken unterscheidet.

§. 237. Der Grobkalk ist ebenfalls eigentlich nur eine Abart des compacten Kalksteins, mit welchem er sich durch viele Uebergänge verbindet. Er unterscheidet sich von diesem durch viele größere und kleinere Löcher und Höhlen in seiner Masse, die meist von verschwundenen Versteinerungen herrühren und dem Ganzen ein grobkörniges unregelmäßiges Aussehen geben. Er ist meist sehr unrein, gelb, weißlich oder braun, und als Baustein, seiner leichten Bearbeitung wegen, geschätzt.

§. 238. Im Süßwasserkalke findet sich eine andere Art von Höhlungen, nämlich feine Löchlein, röhrenförmig nach oben in senkrechter Richtung verlängert, die darauf hindeuten, daß diese Kalksteine in seichten sumpfigen Meeren und Teichen abgesetzt worden, wo eine beständige Gasentwickelung vom Boden aus stattfand, wie wir dies auch noch jetzt in den Tümpeln wahrnehmen. Die Luftbläschen, welche emporstiegen, drängten sich durch die halbweiche Absatzmasse durch und ließen so diese feinen Röhrchen und Löchlein zurück. Meist finden sich in diesen Süßwasserkalken eine Unzahl kleiner, fast mikroskopischer Versteinerungen, besonders Ueberreste von kleinen Krebsen, Cypris, die noch jetzt in den süßen Wässern leben.

Es gehören noch zu den Süßwasserkalken die Tuffarten, deren Textur äußerst unbeständig ist, und die wir überall sich bilden sehen, wo kalkhaltige Quellen und Wässer Niederschläge absetzen. Oft ist der Tuff körnig, blätterig, zellig und aufgeblasen, in anderen Fällen sehr fest, strahlig und concentrisch in Knollen abgelagert, oft auch nur erdig. Meist erkennt man im Innern der Tuffmassen fremde Körper, auf welche sich der Kalk niederschlug. Der Travertin ist nichts Anderes, als ein ziemlich fester, compacter Tuff.

14. Dolomite.

Die Dolomite bilden eine eigene Klasse von Gesteinen, welche den Kal- §. 23
ken insofern nahe stehen, als wahrscheinlich die größte Menge derselben durch nachherige Veränderung ursprünglich als Kalkstein abgelagerter Schichten entstanden ist. Die ächten Dolomite bestehen aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Bittererde, in deren Gemische beide Basen so vertheilt sind, daß sie gleiche Mengen von Sauerstoff enthalten. Dies Verhältniß wechselt indeß sehr mannichfach und namentlich kommen alle Abstufungen von durchaus reinem Kalkstein bis zu den an Bittererde reichsten Dolomiten vor. Im Uebrigen zeigen die Dolomite in ihrem äußeren Verhalten wenig Verschiedenheiten unter sich, weit weniger als die Kalke. Sie sind meistens krystallinisch, mit glänzendem, fast perlmutterartigem Bruche, oder aber compact und erdig. Im ersteren Falle gleichen sie oft täuschend den krystallinischen Kalkgesteinen, zeigen aber doch fast immer, außer dem chemischen Unterschied, eine besondere Rauhigkeit beim Befühlen, welche von einer eigenthümlichen Anordnung der kleinen Krystalle herkommt. Diese nämlich haben meist zugespitzte Enden, und gruppiren sich so unter einander, daß stets einige mit ihren Spitzen um einen Mittelpunkt stehen. Es entstehen dadurch kleine von Spitzen umstarrte Höhlungen, die fast den Krystalldrusen im Kleinen gleichen, wenn auch mit dem Unterschiede, daß hier die Krystalle nicht auf der Wand der Druse angeheftet sind, sondern vielmehr, daß sie aus der Masse des Gesteines selbst hervorragen. Diese eigenthümliche Anordnung der Krystalle im Dolomite wird durch die Verwitterung, wenn sie nicht zu gänzlichem Zerfallen führt, noch deutlicher, und da bei dieser anfänglichen oberflächlichen Verwitterung die Krystalle noch mehr hervortreten, so wird dadurch auch die ursprüngliche Rauhigkeit noch vermehrt. Der Dolomit spaltet und zerklüftet sich leicht; die aus ihm gebildeten Berge gleichen oft einem Haufen von Zuckerstücken, die unregelmäßig auf einander geschüttet wurden. Es scheint, als ob diese Zerklüftung eine einfache Folge jener chemischen Umwandlung des ursprünglich abgelagerten Kalksteines in Dolomit sei, wo die Hälfte der Kalkerde durch Bittererde ersetzt wurde, die ein geringeres Volum einnimmt, wodurch also nothwendig hohle, leere Räume und endlich Klüfte entstehen mußten. Die Farbe der Dolomite, deren Korn und Consistenz sehr verschieden sein kann, ist meistens weiß, zuweilen schwärzlich. Im Verhältnisse zu den Kalken sind die Dolomite nur wenig entwickelt, wenn auch für den Geologen, eben dieser scheinbaren Umwandlung und Ersetzung der Kalkerde durch Bittererde wegen, von dem höchsten Interesse. Fossile findet man nur selten im Dolomite, meist nur ihre Abgüsse; die etwa erhaltenen Schalen enthalten ebenfalls Bittererde, ein sicherer Beweis, daß diese später gleichsam in das Gestein einfil-

trirt wurde, da die Schalen und Knochen der Thiere keine Bittererde enthalten.

240. Es giebt schieferige Dolomite, die ihr Ansehen namentlich einer bedeutenden Beimischung von Talk verdanken, wodurch sie ein glänzendes Aussehen und glatte Absonderungsflächen enthalten. Die talkhaltigen Dolomite des Gotthard, welche eine Lagerstätte der mannichfaltigsten Mineralien bilden, gehören dieser Felsart an.

Auf der andern Seite kennt man auch durchaus compacte Dolomite mit erdigem Bruch, meist von grauer, gelber oder brauner Farbe, welche sich von den compacten Kalken nur durch eine gewisse Rauhigkeit im Anfühlen unterscheiden, die indeß weit geringer ist, als die des krystallinischen Dolomites. Man findet in diesen compacten Dolomiten häufig kleine Höhlen, die mit pulveriger Substanz ausgefüllt sind. Meistens haben diese Dolomite nicht genau die atomistisch gleiche Zusammensetzung der krystallinischen, sondern bald Ueberschuß, bald Mangel an Bittererde.

In einigen Fällen endlich findet man den Dolomit wohlgeschichtet, mit oolithischer Structur und zuweilen mit Thon oder Bitumen durchdrungen; in diesen Fällen scheint er nicht, wie der übrige Dolomit, eine metamorphosirte Felsart, sondern ursprünglich in dieser Weise abgesetzt zu sein.

15. Gyps-Gesteine.

241. Der schwefelsaure Kalk erscheint in der Natur unter zwei Formen, als Hydrat oder eigentlicher Gyps und als Anhydrit.

Der Anhydrit gleicht in seinem äußeren Ansehen sehr dem krystallinischen Kalk, dessen Structur und Farbe er hat; unterscheidet sich aber sogleich durch sein Verhalten gegen Säuren, indem er nicht aufbraust. Er ist merkwürdig besonders in technischer Hinsicht durch seinen Gehalt an Steinsalz, welches fast nie fehlt, und oft in so großer Menge darin vorkommt, daß es mit Vortheil daraus gewonnen werden kann. Oft bildet das Steinsalz mehr oder minder compacte isolirte Massen darin, meist aber ist es in der ganzen Substanz zerstreut und nur durch Auslaugen darstellbar.

In den Thonmergeln findet man häufig sogenannte Trippsteine, eigenthümliche gewundene Concretionen, die aus Anhydrit bestehen und etwa den Silex-Concretionen in der Kreide verglichen werden können.

242. Das Hydrat des schwefelsauren Kalkes, der Gyps, ist weit häufiger als der Anhydrit, zumal da letzterer bei längerem Aussetzen an der Luft und bei Aufnahme von Wasser sich in Gyps umwandelt. Es giebt Gypsbrüche, welche eigentlich im Anhydrit angelegt sind, die man eine Zeitlang ausbeutet und dann ruhig der Einwirkung der Atmosphäre überläßt, welche allmählich die oberflächlichen Anhydritschichten in Gyps wandelt. Es scheint

ſogar wahrſcheinlich, daß der meiſte Gyps, den man jetzt findet, ſich urſprünglich als Anhydrit bildete. Meiſt iſt der Gyps kryſtalliniſch, ſaccharoidiſch; zuweilen flaſerig oder ſchieferig. In anderen Fällen miſcht er ſich mit kohlenſaurem Kalk in verſchiedenen Proportionen, und bald ſind dieſe Kalke, wie in den Alpen, unächte Marmorarten, bald ſelbſt, wie in der Nähe von Paris, ſehr reich an Foſſilen.

16. Steinſalz.

Das Steinſalz bildet meiſt eine durchſcheinende, hyaliniſche Maſſe von §. 24
metalliſchem Atlasglanz, die aus verwirrt durch einander gelagerten Kryſtallen beſteht und oft in Bändern oder Schichten innerhalb der Gypſe und Anhydrite abgelagert iſt, zuweilen aber auch bedeutende, impoſante Maſſen für ſich allein bildet. Es iſt ſelten ungefärbt, meiſt gelblich, grün oder blau, auch violett, und bietet zuweilen in ſeinem Inneren Höhlungen, die von Waſſer erfüllt ſind, in welchen eine kleine Luftblaſe ſchwimmt. Die Hauptlagerſtätte des Steinſalzes findet ſich in den triaſſiſchen Schichten, allein ganz in gleicher Weiſe, wie Steinkohlen nicht nur in dem eigentlichen Kohlenterrain, ſondern auch in anderen Formationen vorkommen können, ſo findet ſich auch Salz in vielen anderen Schichten hie und da angehäuft.

17. Eiſenſteine.

Die Eiſenerze kommen in den verſchiedenſten Formen und Zuſammen- §. 24
ſetzungen vor, und obgleich ſie nur ſelten größere Maſſen oder gar eigenthümliche Berge bilden, ſo ſind ſie doch einestheils ſo wichtig für die Induſtrie, und anderntheils wirklich ſo bedeutend hinſichtlich ihres Antheils an der Bildung der Erdrinde, daß ſie hier nicht mit Stillſchweigen übergangen werden können.

Der Spatheiſenſtein oder Braunkalk bildet für ſich allein hie §. 24
und da einzelne Hügel und liefert unmittelbar ein ſchmiedbares Eiſen, ſo daß man ihn auch Stahlerz genannt hat. Er beſteht hauptſächlich aus kohlenſaurem Eiſenoxydul, meiſt mit Kalk, Kieſelerde und Silicaten gemengt und verunreinigt. Er iſt meiſt compact, mehr oder weniger feſt und körnig, zuweilen ſelbſt blätterig oder kryſtalliniſch und ſchmilzt vor dem Löthrohre in braunrothe Körner, die den Magnet anziehen. In der Steinkohlenformation findet er ſich ſehr häufig in Form von Nieren und Neſtern, die zuweilen ſo zuſammenfließen, daß ſie förmliche Schichten bilden. Sein Bruch iſt dann erdig, die Farbe grau metalliſch, das Pulver gelblich. Dieſe Eiſennieren (Fer en rognons) haben oft eine mit kryſtalliniſchen Maſſen ausgekleidete Höhlung im Inneren. Zuweilen findet ſich der Spath-

eisenstein in ähnlichen Verhältnissen, dem Kalksteine gegenüber, wie der Dolomit, und scheint dann nur eine nachträgliche Metamorphose des Kalkes zu sein. In den Klüften und Spalten, die er als Gangmasse ausfüllt, findet er sich in krystallinischer Masse.

§. 246. Der Magneteisenstein findet sich meist im Gneiße in Form von Bänken und platten Gängen, und ist von allen Eisenerzen dasjenige, welches zur Stahlbereitung am meisten geschätzt wird. Schweden und Norwegen haben die bedeutendsten Massen dieses Gesteines. Es besteht aus einer Mengung von Eisenoxydul und Eisenoxyd, die compacte, blätterige oder krystallinische Massen bildet, eine schwärzliche Farbe hat und meist nicht nur sehr stark vom Magnet angezogen wird, sondern auch selbst magnetisch ist.

§. 247. Das Eisenoxyd stellt sich bald als blätterige Masse von grauer Farbe und starkem Metallglanze dar, wo es Eisenglanz oder Eisenglimmer genannt wird, bald als Thoneisenstein oder Blutstein, wo es compact erdig, von braunrother Farbe ist und sehr häufig nur als erdige, zerfallende Masse in den Gängen sich findet.

Im letzteren Falle verbindet es sich meist in mehr oder minderer Quantität mit Thonerde, wo es dann die weiche Textur der festeren Mergelarten erhält und als Rothstift benutzt wird. Die bekannte Siegelerde von Lemnos gehört zu diesen Blutsteinen.

In ähnlicher Weise verbindet sich auch der Eisenglimmer zuweilen mit Kieselerde und bildet schieferige Massen, die aber nur durch ihren größeren Gehalt an Eisen sich von den gewöhnlichen Kieselschiefern unterscheiden.

§. 248. Das Bohnerz (Raseneisenstein, Fer pisolitique) findet sich sehr häufig in fast allen Formationen in Form kleiner Körner, die meist eine concentrisch schalige Structur zeigen und in ihrer Größe von derjenigen eines Stecknadelknopfes bis zu der einer Faust und mehr wechseln. Die Bohnerze scheinen in einigen Gegenden das Product heißer Quellen zu sein; an anderen Orten finden sie sich namentlich in Torfen, Sumpfgegenden, und sind dann oft durch Anhäufungen kleiner Pflanzen, Gaillonellen, hervorgebracht.

§. 249. Die Eisenkiese (Pyrites de fer), unter welchen man meist zwei Arten, den goldgelben Schwefelkies und den weißlichen Wasserkies, unterscheidet, finden sich in Gängen in krystallinischer Form, und enthalten meist andere Metalle eingesprengt, denen zu Liebe sie ausgebeutet werden.

18. Fossile Brennstoffe.

§. 250. Die fossilen Brennmaterialien bilden zwar eigentlich keine besonderen Gesteine; da aber ihr Gebrauch so wichtig und ihre Auffuchung und Ge-

winnung in unſeren Tagen von den größten Folgen für die Induſtrie und Wohlhabenheit eines Landes iſt, ſo erſcheint es nöthig, hier kurz auf die verſchiedenen Arten derſelben einzugehen, um ſo mehr, als einige derſelben wirklich in bedeutender Maſſe in die Structur der Erdrinde mit eingehen.

In den Torfen unterſcheidet man meiſt noch die pflanzliche Structur. §. 25
Sie bilden bräunliche oder ſchwärzliche erdige Maſſen, in welchen die Pflanzenſubſtanz meiſt in Humusſäure umgewandelt iſt, und ihre tägliche Entſtehung beweist, daß ſie namentlich aus Mooſen und Gräſern, mithin aus holzloſen Pflanzen und deren Wurzeln ſich bilden, was indeß nicht ausſchließt, daß man oft darin auch Bruchſtücke größerer Sträuche und Bäume trifft. Die Torfe brennen meiſt mit Flamme und Hinterlaſſung einer leichten Kohle, die bald in braune, eiſenhaltige Aſche zerfällt. Bei der Deſtillation geben ſie Eſſigſäure, eine Art Oel und brennbare Gaſe in geringer Quantität. Man findet ſie in großer Menge beſonders in den nördlichen Gegenden in Becken, wo die Gewäſſer nicht gehörigen Abfluß haben.

Die Braunkohle (Lignite) zeigt ſchon älteren Urſprung als der Torf, §. 25
und ſomit auch weſentlichere Veränderungen. Sie bildet oft ziemlich mächtige Schichten, in welchen man oft noch die Form der Baumſtämme, die Früchte, ſtets die Structur des Holzes wiedererkennt. Meiſt iſt durch die Compreſſion eine blätterige Abſonderung bemerklich, die Farbe gewöhnlich ſchwarzbraun erdig; zuweilen iſt die Braunkohle in eine förmliche erdige Maſſe zerſetzt (Umbererde), in anderen Fällen ähnelt ſie im Gegentheile durch einen harzigen Glanz der Steinkohle (Pechkohle); zuweilen iſt ſie durch Infiltration verſteinernder Maſſen ſo verhärtet, daß ſie ſich poliren und zu dunkelfarbigen Verzierungen benutzen läßt. Sie brennt mit viel Flamme, rußigem, übelriechendem, erſtickendem Rauche und läßt nach der Flamme eine leichte Kohle. Sie iſt als Brennmaterial nicht ſo geſucht, als die Steinkohle, aber immer ein treffliches Erſatzmittel des Holzes.

Die Steinkohle (Houille) bildet eine ſchwarze, meiſt glühende und §. 25
ſchimmernde Maſſe, die mit Leichtigkeit brennt, ſtarke Flammen wirft und dabei ſich ſo aufbläht und ſchmilzt, daß die einzelnen Stücke zuſammenbacken. Die auf dieſe Art gebildete Kohle, die bei der gänzlichen Verbrennung nicht mehr flammt, hat Metallglanz, iſt hart, leicht und zellig, und wird Coke genannt. Sie giebt bei der Deſtillation Oelgas, Harz, Pech und keine Eſſigſäure, wie die Braunkohlen, dagegen Naphthalin. Je nach ihrer Anwendung zur Heizung, zur Gasbeleuchtung, zu Hochöfen und anderen ökonomiſchen Zwecken unterſcheidet man viele Varietäten von Steinkohlen, die namentlich je nach der Leichtigkeit ihres Brandes, der Qualität der Cokes ꝛc. geſchätzt werden, und für welche faſt jeder Ort ſeine eigenthümliche Bezeichnung hat. Die Steinkohlen bilden meiſt mächtige Schichten, die oft ſchieferig ſind.

254. Der Anthracit (Glanzkohle) zeigt die höchste Stufe von Fossilirung des Kohlenstoffes. Er ist schwarz, meist von metallischem Glanze; brennt nur schwierig ohne Flamme und Rauch, wobei er meist in Stücke springt, giebt bei der Destillation kein Gas und keine pechartigen Substanzen; entwickelt aber ungemein viel Hitze und ist deshalb namentlich für Hochöfen gesucht, wo man ihn, um ihn zum Brennen zu bringen, mit Steinkohle oder Holz mengt. Er ist offenbar durch eine weitere Veränderung der Steinkohle erzeugt, und nicht selten sieht man diese letztere in der Nähe von plutonischen und basaltischen Gesteinen in Anthracit übergehen. In den metamorphischen Schichten der älteren Ablagerungen kommt nur selten Steinkohle, meist Anthracit vor; ein Beweis, daß die Ursache, welche den Metamorphismus bedingte, auch auf die Natur der Steinkohle großen Einfluß ausübte.

255. Der Graphit endlich oder das Wasserblei kann nur uneigentlich zu den fossilen Brennmaterialien gerechnet werden, da er bekanntlich nicht brennt. Der Kohlenstoff, der ihn größtentheils zusammensetzt, scheint in ihm in einem eigenthümlichen Zustande sich zu befinden, der vielleicht bedingt ist durch die Verbindung mit Eisen, das den Graphit als eigentliches Element mit bilden hilft.

---

256. Es giebt endlich noch eine eigenthümliche Klasse von Gesteinen, die einzig nur nach ihrer äußeren Erscheinung, nach den Gestalten, unter welchen sie auftreten, unterschieden werden können, und bei welchen weder die Structur, noch die Zusammensetzung genügende Anhaltspunkte gewähren können. Meistens giebt auch bei diesen Felsarten die äußere Form zugleich einen Anhalt, um daraus auf ihre Entstehung schließen zu können, und zwar scheint diese Entstehung bei den meisten der jetzt anzuführenden Gesteine in der Art vor sich gegangen zu sein, daß sie durch Zertrümmerung früherer, in anderer Weise gestalteter Ablagerungen entstanden sind, welche wieder durch spätere Einflüsse zu Neubildungen verwandt worden. Vielleicht wäre es zweckmäßig, die Laven, welche in ihrer Structur und Zusammensetzung so verschieden sind, auch in dieser Abtheilung zu behandeln, da ihre Entstehung stets dieselbe ist; da es indeß schwer hält, die Laven von den übrigen Felsarten vulcanischen Ursprunges zu trennen, die, wie die Basalte und Trappe, älter sind und doch durch unmerkliche Zwischenstufen sich an die Laven anschließen, so erscheint es vor der Hand noch zweckmäßig, die Laven je nach ihren einzelnen Bestandtheilen den übrigen Gruppen unterzuordnen. Es ist hier schwierig, zu trennen, da diese offenbar vulcanischen Gesteine sich durch die allmählichsten Uebergänge an die plutonischen anschließen. Die Basalte sind z. B. oft kaum von den Melaphyren zu trennen,

dieſe wieder gehen in die Porphyre und die Porphyre in die Granite über, von welchen aus ſich wieder eine ununterbrochene Linie durch die Gneiße, Grauwacken und Schiefergebilde hindurch erſtreckt. Die Trennung kann hier nur künſtlich ſein, da die Natur Alles mit einander verſchmolzen hat.

19. Sandſteine.

Man unterſcheidet je nach der Größe und Form der darin eingebackenen Fragmente: §. 25

Conglomerate oder Puddinge. Fragmente von verſchiedener Geſtalt, aber mehr oder minder abgerundet, aus der Zerſtörung anderer Felsarten hervorgegangen, ſind in einem fremdartigen Mörtel eingebacken. Dieſe Fragmente können von der verſchiedenſten Art und ebenſo die Bindemaſſe bald kalkig, thonig oder kieſelig ſein. Oft hält es ſchwer, dieſe Puddinge von den Mandelſteinen zu unterſcheiden, was in manchen Fällen ſehr wichtig iſt, da nothwendig bei den Conglomeraten die Fragmente vor der Bindemaſſe beſtanden haben müſſen, während ſie in den Mandelſteinen gleichzeitig entſtanden ſein können. Die Puddinge ſind meiſt Erzeugniſſe wäſſeriger Ablagerungen; die Fragmente finden ſich darin abgerundet als Rollſteine. Man findet die Puddinge meiſt an der Grenze der Formationen, wo zuweilen die oberen Schichten der älteren Formation zertrümmert ſind, und dieſe Trümmer zu einer Maſſe durch die Ablagerungen der neueren Formation zuſammengebacken wurden. Die Bindemaſſe iſt in den excluſiv ſo genannten Conglomeraten meiſt thonig oder thonig-kieſelig, mehr oder weniger ſandſteinähnlich, und es finden ſich überhaupt alle möglichen Uebergänge von den groben Puddingen, die zuweilen fußgroße Stücke einſchließen, bis zu den Sandſteinen, die ein gleichförmiges Korn beſitzen.

Die Nagelflue (Gompholit) iſt eine Felsart, die namentlich in der Schweiz in bedeutenden Maſſen entwickelt iſt und ſich nur dadurch von den gewöhnlichen Puddingen unterſcheidet, daß die Bindemaſſe nicht thonig oder kieſelig, ſondern kalkig iſt und mit Säuren aufbraust. Die Conſiſtenz dieſer Nagelfluen iſt ſehr verſchieden; die härteſten werden als Mühlſteine benutzt, die meiſten ſind inſofern unbrauchbar, als die Bindemaſſe leicht verwittert und die einzelnen Conglomerate dadurch loſe werden. §. 25

Die Breccien (Brèches) unterſcheiden ſich nur dadurch von den Conglomeraten und Puddingen, daß die in der Grundmaſſe eingebackenen Fragmente nicht rund, ſondern eckig ſind. Meiſt unterſcheidet man ſogar dieſe Breccien nur in beſonderen Fällen, wie namentlich die Knochenbreccien, die ſowohl in tertiären als triaſſiſchen Ablagerungen häufig vorkommen und aus einer Unzahl von Knochen und Schalenſtücken gebildet ſind, welche durch einen gemeinſamen Mörtel vereinigt werden. Auch vulcaniſche Breccien §. 25

unterscheidet man öfter, wenn die vulcanischen Durchbrüche an den Wänden der Schlote die umstehenden Gesteine zerbröckelt und in ihre feuerflüssigen Massen eingeschlossen haben.

260. Die eigentlichen Sandsteine bieten ein gleichförmiges Korn dar, das durch eine Bindemasse zu einem compacten Gesteine verbunden ist. Die Festigkeit dieses Mörtels bedingt einzig die Verschiedenheit zwischen dem wahren Sande, sei er nun mehr oder weniger fein, und den Sandsteinen — letztere sind nur ein durch Mörtel verbundener Sand, und das Korn des Sandsteines hängt von der Größe der Sandkörner ab, welche durch den Mörtel vereinigt wurden. Man unterscheidet, je nach der Natur der Körner und des Mörtels, mehre einzelne Arten von Sandsteinen.

261. So unterscheidet man ziemlich allgemein unter dem Namen von Psammiten diejenigen Sandsteine, welche bei thonig-kieseligem Mörtel neben den Kieselkörnern auch noch Glimmerblättchen enthalten, die meist nach einer gewissen Richtung gelagert sind, und dadurch dem Sandstein ein schieferiges Gefüge geben. Das Schimmern des Glimmers unterscheidet die Psammite leicht von den übrigen gewöhnlichen Sandsteinen, welche nur Quarzkörner enthalten. Die Psammite kommen namentlich in den älteren Formationen oft als Begleiter der Steinkohlen vor.

262. Kieselige Sandsteine, deren Mörtel aus Kalk besteht, werden Molasse genannt. Sie sind namentlich in der Nähe der Alpen in großer Mächtigkeit entwickelt, meist von grünlicher Farbe und sehr verschiedener Härte. Sie verhalten sich zu der Nagelflue, wie die gewöhnlichen Sandsteine zu den Puddingen.

Der Macigno ist nur eine Abart der Molasse, seine Bestandtheile sind die nämlichen, seine Härte nur etwas größer.

20. Thongesteine.

263. Wir begreifen unter dieser Kategorie eine Reihe von Gesteinen, deren Zusammensetzung äußerst wechselnd ist und die oft, wie die sandigen Gesteine, nur das Resultat einer noch weiter getriebenen mechanischen Reduction früher vorhandener Gebilde scheinen.

Man unterscheidet verschiedene Thongesteine, deren Unterschiede einerseits aus der verschiedenen Festigkeit, andererseits aus besonders charakteristischen Einmischungen hervorgehen.

264. Der plastische Thon (Pfeifenerde, Terre glaise) ist ein inniges Gemenge von Kieselerde und Thonerde, das mit Wasser einen zähen Teig bildet, sich in alle Formen bringen läßt, und im Feuer hart und unbrauchbar zu fernerem Anrühren mit Wasser wird. Die Farben des plastischen Thones sind außerordentlich verschieden, je nach den verschiedenen Me-

tallsalzen, die ihm beigemengt sind; ebenso seine Güte, da er meist Beimischungen von Sand oder anderen körnigen Bestandtheilen enthält, die ihm zuweilen seine seifige Beschaffenheit ganz rauben.

Die Walkererde (Terre à foulon) ist nur eine Abart des plastischen §. 26
Thones, die Magnesia enthält und begierig fettige Massen auffaugt, weshalb man sie zum Entfetten der Gewebe und der Wolle besonders benutzt. Sie bildet mit Wasser nur einen kurzen Teig, der nicht so bildsam ist als der plastische Thon.

Der plastische Thon verliert manchmal durch fremdartige Beimischungen mehr oder minder seine bildsame Beschaffenheit und die Fähigkeit, einen recht zähen Teig mit Wasser zu bilden; — man bezeichnet ihn in diesem Falle mit dem Namen Lehm (Limon).

Zuweilen enthält der Thon eine bedeutende Menge von Eisenoxyd, das ihm eine gelbe, braungelbe und selbst rothe Farbe giebt. Diese verschiedenen Ockerarten, deren feinste die Sienaerde ist, sind als Farben im Handel gesucht.

Die verschiedenen Thonschiefer sind nichts Anderes als verhärtete §. 26
Thone, die meist durch Compression oder durch die Erstarrung an sich die schieferige Structur erhalten haben. Dies ist um so gewisser, als man alle verschiedenen Uebergänge, von dem weichsten Thone, der in großen Massen abgelagert ist, bis zu den härtesten Schiefern in demselben Gesteine und bei vollkommen gleicher Zusammensetzung beobachten kann, da sie oft bei der Verwitterung wieder ächten plastischen Thon erzeugen. Die gewöhnlichen Thonschiefer schmelzen leicht vor dem Löthrohre, bilden mehr oder minder feste Massen, die nur bis auf einen gewissen Grad theilbar sind und oft die pseudo-reguläre Structur besitzen, wodurch sie sich in scheinbar regelmäßige, rhomboidale Stücke zerlegen und bei fortschreitender Verwitterung in plastischen Thon zerfallen. Sie haben meist eine graue, in's Bläuliche ziehende Farbe, und gehen an der Luft, durch Oxydation des in ihnen enthaltenen Eisens, in's Gelbe und Rothe über.

Die Dachschiefer (Ardoise) sind nur eine Abart der gewöhnlichen §. 26
Thonschiefer, und dadurch charakterisirt, daß ihre Theilbarkeit wirklich bis in's Unendliche fortgeht. Sie enthalten, wie die gewöhnlichen Thonschiefer, eine Menge anderer Mineralien in bedeutender Quantität eingesprengt.

Der Wetzschiefer (Coticule) ist eine andere Abart der Thonschiefer §. 26
mit beschränkter Theilbarkeit und bedeutendem Gehalte an Kieselerde, die ihm öfters einen muschligen Bruch und eine gewisse feine Rauhigkeit ertheilt, wodurch der Stahl abgenutzt und so die Schneide der Messer zugeschliffen wird. Der Wetzschiefer ist meist gelb und in dem Thonschiefer in Form von Gängen und Bänken abgelagert, die mit der Schichtung und nicht mit der Schieferung parallel gehen. Diese letztere ist sogar in den Wetzschieferbrüchen

meist durchaus unabhängig von der Schichtung und ebenso auch von d Umänderung des Thonschiefers in Wetzschiefer, daß dasselbe Schieferbl meist von beiden Gesteinen enthält und die schieferige Ablösungsfläche q durch dieselben hindurchgeht — der beste Beweis, daß die schieferige Str tur erst eine Folge von Einflüssen war, welche nach der Ablagerung d Thones eintraten.

§. 269. Die Grauwacke ist ein eigentlicher Thonschiefer mit einem bedeut den Ueberschusse von Quarz, der in Form von körnigen Massen darin gelagert ist, deren Körnung aber doch nicht so weit geht, um einen wahr Sandstein daraus zu machen. Man kann zweifelhaft sein, ob man Grauwacke zu den Sandsteinen oder zu den Thonschiefern rechnen soll, sie gleich häufig in beide übergeht — ihr Platz scheint indeß vielleicht bei bei den letzteren gewählt, weil die ächte Grauwacke stets schieferige Tex zeigt. Die kieselige Beimischung giebt der Grauwacke eine eigenthümli Rauhigkeit und Festigkeit; auch ihre Härte ist so bedeutend, daß sie m am Stahle Funken giebt.

§. 270. Man hat die schieferigen Gesteine im Allgemeinen unter dem Nam Phylladen begriffen; dann wieder diese Bezeichnung auf den Dachsch fer allein beschränkt und von den übrigen noch obenein unter dem Nam Ampelite mehre Gesteine getrennt, deren Hauptbestandtheil Thonschie ist, die aber noch andere charakteristische Mineralien enthalten. Hierher hört namentlich der Alaunschiefer (Ampelite alunifère), der noch au Thonerde Schwefeleisen enthält, durch dessen Verwitterung und Zersetzu in der Hitze Alaun gebildet werden kann. Er wird namentlich in Thür gen und bei Saarbrück zu diesem Zwecke ausgebeutet. Meist enthält Alaunschiefer auch noch Kohlenstoff, und oft nimmt dieser so überhand, d er zu wirklichem Zeichnenschiefer (Ampelite graphique) wird, der seines deutenden Graphitgehaltes wegen zu groben Bleistiften benutzt wird.

§. 271. Ebenso mischt sich der Thonschiefer zuweilen mit Kalk, welche sogenan ten Kalkschiefer (Calschiste) nichts Anderes als verhärtete schieferige M gel sind. Zuweilen enthalten diese Mergelschiefer bedeutende Mengen v Erdpech oder auch von Kupferglanz, wie namentlich im Mansfeldisch wo diese bituminösen, kupferhaltigen Mergelschiefer unter dem Namen K pferschiefer ausgebeutet werden.

Drittes Kapitel.

Specielle Geognosie.

Es wurde schon früher bemerkt, daß die Erdrinde einer Mosaik könne §. 27
verglichen werden, welche aus verschiedenen Stücken zusammengesetzt sei, deren gegenseitiges Ineinandergreifen die Verschiedenheiten bedingt, welche man auf der Erdoberfläche hinsichtlich der mineralischen Bestandtheile beobachtet. Man kann unter den Stücken, je nach der Form, unter welcher sie auftreten, drei verschiedene Klassen aufstellen.

1. Schichten. Unter diesem Ausdrucke versteht man große, tafelförmige Stücke, welche in ihrer ganzen Ausdehnung so ziemlich dieselbe Dicke beibehalten und deren einschließende Flächen mithin etwa parallel unter einander sind. Die Schichten haben im Allgemeinen dieselbe Dicke und auch dieselbe Zusammensetzung in ihrer ganzen Flächenausdehnung, obgleich auch hier es vorkommen kann, daß geringe Abweichungen sich zeigen. Diese Gleichförmigkeit derselben Schicht in ihrer ganzen Flächenausdehnung erstreckt sich aber nur in horizontaler, nicht in verticaler Richtung; die unten und oben liegenden Schichten sind oft sowohl in Structur und Dicke, als auch in Zusammensetzung gänzlich verschieden, und es kommt nicht selten vor, daß Schichten, welche offenbar in einem und demselben Gewässer sich abgesetzt haben, welche dieselben Versteinerungen einschließen und mithin ganz analoge Entstehung haben, dennoch in allen mineralogischen Charakteren außerordentlich von einander verschieden sind. Man sieht sogar nicht selten, daß solche unter sich verschiedene Schichten regelmäßig mit einander abwechseln, und so gewisse Reihenfolgen darbieten, welche von oben nach unten in derselben Ordnung sich wiederholen. So kommt es z. B. nicht selten vor, daß ein schieferiger, blätteriger Thon in der Tiefe zum Vorschein kommt, auf welchem Bänke von Kalkstein liegen, die unten schieferig und mergelig sind und nach oben zu, immer dicker werdend, auch zugleich mehr und mehr ihren Thongehalt verlieren, bis sich endlich nur dicke Kalkschichten finden. Plötzlich hören diese auf und von Neuem wiederholt sich die ganze Reihenfolge, und so oft mehrmals hinter einander. Oft sogar sind die Abwechselungen noch häufiger, mehrfache Sand-, Kreide-, Kalk- und Mergelschichten wechseln mit einander ab, und dennoch zeigt die gegenseitige Verbindung dieser Schichten, ihre gemeinsame Erstreckung und die Gleichförmigkeit der in ihnen enthaltenen Fossilien, daß sie einer und derselben Bildungsepoche angehören.

§. 273. Die einzelnen Schichten, welche zuſammen ein Ganzes bilden, ſind von einander durch Abſonderungsflächen oder Schichtungsklüfte geſchieden, die nur ſelten ſo verklebt ſind, daß beide Schichten an einander halten. Man darf mit dieſen Schichten nicht gewiſſe Abſonderungsflächen verwechſeln, die ſich ſehr häufig in den Schichten zeigen, die geradlinig, parallel unter einander ſind und dem Ganzen ſchieferige Structur ertheilen. Oft

Fig. 51.

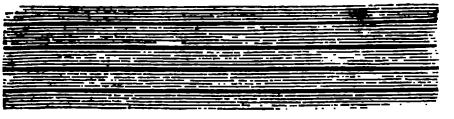
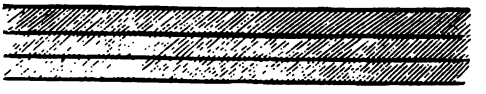
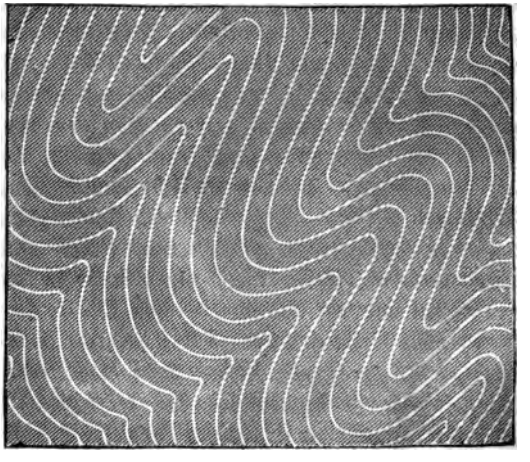


Fig. 52.



ſind dieſe ſchieferigen Abſonderungsflächen den Schichtflächen parallel (Fig. 51), meiſt aber, wie in der beiſtehenden Figur 52, unter gewiſſen Winkeln zu denſelben geneigt. Zuweilen findet man ſelbſt zwei verſchiedene Syſteme ſolcher Blättertheilungen in derſelben Schicht, die ſich dann unter gewiſſen Winkeln ſchneiden. In manchen Fällen können dieſe Blättertheilungen ſogar weit auffallender werden, als die eigentlichen Schichtflächen, und es erfordert meiſt eine in's Einzelne eingehende Beobachtung und Vergleichung mit anderen Localitäten, um die Blätter von den Schichten unterſcheiden zu können. So kommt es namentlich oft vor, daß in gewundenen Schichten, wo die einzelnen Platten vielfach im Zickzack in einander gebogen ſind,

Fig. 53.

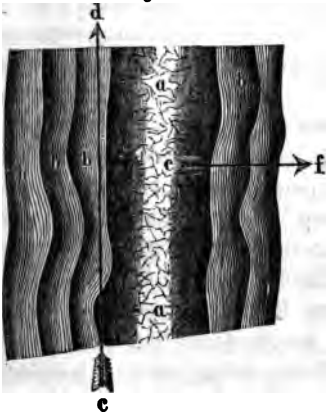


die Schieferungsklüfte durchaus parallel unter einander ſich fortſetzen, unbekümmert um die Schichtenklüfte, Fig. 53. In allen ſolchen Verhältniſſen wird die Unterſcheidung ziemlich ſchwierig zwiſchen der Schichtung und der Schieferung, namentlich in der Nähe, wo oft die Regelmäßigkeit der Schichtung nicht ſo deutlich hervortritt, als wenn man das Gebirge in einiger Entfernung betrachten kann.

Man unterſcheidet an den Schichten verſchiedene Flächen und Dimen- §. 274
ſionen, für welche beſondere techniſche Ausdrücke eingeführt ſind. So heißt die Seite oder die Schichtfläche diejenige Fläche, welche bei der horizontalen Lage der Schicht eine ebene, obere oder untere Fläche bildet; die Mächtigkeit bezeichnet eine ſenkrechte Linie von einer Schichtfläche zur andern.

Die horizontale oder flötzige Lagerung der Schicht läßt nur die Beſtimmung eben dieſer Horizontalität und der Mächtigkeit zu. Sobald aber die Schichten in irgend einer Weiſe von dieſer urſprünglichen Horizontalität abweichen, ein Fall, der ſehr häufig eintritt, ſo werden dadurch noch andere Richtungen gegeben, deren Beſtimmung von äußerſter Wichtigkeit für den Geognoſten iſt. Eine aufgerichtetete Schicht bildet einen Winkel mit der Horizontalebene, und die Beſtimmung dieſes Einfallwinkels, ſowie die Himmelsgegend, nach welcher hin die Schicht einfällt, bildet eine erſte Bedingung zur Beſtimmung der Emporhebung. Eine zweite Bedingung iſt die Beſtimmung des Streichens der Schichten, welches durch eine auf der Schichtfläche gezogene Horizontalebene gegeben iſt. Geſetzt, in dem beigegebenen Plane einer Gebirgskette, Fig. 54, ſei *a* der kryſtalliniſche Kern, *b* die von ihm aufgerichteten und auf ihm ruhenden Schichten; die Beſtimmung der Streichungslinie *c d* wird zugleich die Richtung angeben, in welcher die hebende Kraft wirkte, während das Fallen der Schichten nach den Seiten hin in der Richtung der Fallinie *e f* und die Größe des Fallwinkels ein approximatives Maß für die Größe der hebenden Kraft und des geleiſteten Widerſtandes giebt. Völlig ſenkrecht oder ſaiger ſtehende Schichten kommen nur ſelten in der Natur vor; bei ihnen ſowohl, wie bei ſtark aufgerichteten Schichten nennt man Schichtenköpfe die zu Tage ſtehenden Enden der abgeriſſenen Schichten.

Fig. 54.



2. Gänge nennt man unregelmäßige, meiſt aber platte oder abgerun- §. 275
dete Ausſtrahlungen von gewiſſen Geſteinen, welche in fremdartigen Felsarten eingeſchloſſen ſind und deren Dicke und Zuſammenſetzung oft ſehr wechſelnd iſt. Man erkennt meiſtens deutlich, daß dieſe Gänge erſt nach der ſie einſchließenden Felsmaſſe entſtanden und in dieſe gleichſam injicirt worden ſind, wo ſie dann Spalten und Riſſe erfüllt haben. Zuweilen bil-

den sie gleichförmige Systeme, welche lauter parallele Richtungen zeigen, so daß man manchmal versucht sein könnte, sie mit Schichten zu verwechseln; ein Irrthum, der indeß durch nähere Untersuchung leicht gehoben wird. In vielen Gegenden sind die Gänge nach bestimmten Richtungen orientirt, welche meist mit den Hebungen des betreffenden Gebirges zusammenhängen, und namentlich die größeren Erzgänge bieten oft auf weiten Strecken hin solche parallele Richtungen dar. Die kleineren Gänge oder *Adern* strahlen meist unregelmäßig nach allen Richtungen hinaus und verlieren sich häufig durch Spaltung und Verzweigung in sogenannte *Ausläufer*.

Die Gesteinsränder, welche die Gänge einschließen, zeigen meist besondere Eigenthümlichkeiten, indem sie bald durch die Natur und den Wärmegrad der Gangmasse chemisch in ihrer Zusammensetzung verändert oder auch Spuren erlittener Reibung zeigen, welche durch das Gleiten der von einander gerissenen Flächen bei der Hebung zu erklären ist. Die *Saalbänder* sind daher schon seit langer Zeit von den praktischen Bergleuten unterschieden worden, und der Gebrauch dieser Benennung für die Wandflächen, welche die Gänge einschließen, hat durchaus Bürgerrecht erlangt.

276. 3. *Unregelmäßige Massen*, mit unbestimmten zufälligen Absonderungsflächen, die man meist unter dem Namen der ungeschichteten Felsarten begreift. Sie stehen mit den Gängen in nächster Beziehung, sind meist, wie diese, aus der Tiefe der Erde hervorgebrochen, und, nach der Zersprengung der aufliegenden Schichten, an das Tageslicht gekommen. Das Verhältniß der ungeschichteten Felsarten, welche die Gänge und die unregelmäßigen Massen unter sich begreifen, zu den geschichteten erscheint hinsichtlich ihrer Entstehungsweise durchaus entgegengesetzt, indem die ungeschichteten offenbar der Einwirkung einer bedeutenden Hitze ihre Entstehung zu verdanken hatten, während die anderen auf dem Boden der Gewässer abgesetzt wurden. So verschieden aber auch diese Entstehungsweise sein mag, so giebt es doch manche Fälle, wo die Entscheidung schwer ist und wo namentlich durch Druck und Dehnung entweder die ungeschichteten Felsarten Schichtflächen erhalten haben, oder aber umgekehrt, wo ursprünglich geschichtete Felsarten offenbar durch Einwirkung der Hitze zusammengeschmolzen und nachher in ungeschichtete umgewandelt wurden. Dies ist, um nur eines Beispieles zu erwähnen, offenbar an vielen Orten mit dem Gneiße der Fall gewesen. Meist war der Gneiß ursprünglich eine geschichtete Felsart, die durch spätere Einflüsse zum Theil geschmolzen und in eine dem Granite ähnliche Masse umgewandelt wurde; in anderen Fällen hingegen bildet der Gneiß bloß die äußeren Schichten der Granitkuppen, und wurde hier bei dem Aufsteigen der flüssigen Massen durch die starren Gebilde, welche sie bedeckten, dadurch gebildet, daß der feuerflüssige Granit Druck und Dehnung erlitt, etwa wie das Eisen in einem Walzwerke, und daß somit seine äuße-

ren Schichten auch ähnliche Absonderungsflächen erhielten, wie man am gewalzten Eisen im Kleinen beobachten kann. Selbst in durchaus ungeschichteten Massen, wie in reinem Granite, hat man Thatsachen gefunden, die darauf hindeuten, daß sie zusammengeschmolzene Schichten sind. So hat Zippe im Böhmischen Granite wahre Rollsteine eingebacken gefunden, — ein deutlicher Beweis, daß diese Granite einst geschichtetes Conglomerat waren, welches später im Feuer zusammengeschmolzen ward.

§. 27 Schon aus der Betrachtung dieser Thatsachen geht hervor, daß wir eigentlich in der Geologie drei verschiedene Arten von Gesteinen besitzen, deren Studium ein abgeschlossenes Ganze darbietet und sich wechselseitig ergänzt.

1. Die Sedimentgesteine an und für sich, die Reihenfolge ihrer Aufeinanderlagerung, die Charakterisirung ihrer verschiedenen Schichten und das Verhältniß ihrer Versteinerungen.

2. Die ungeschichteten Felsarten, ihre Entstehung und Bildung und ihr Vorkommen an die Oberfläche zu verschiedenen Epochen.

3. Die Wechselwirkung beider genannten Elemente auf einander, die Veränderungen, welche die geschichteten Gesteine durch die Durchbrüche der ungeschichteten erlitten haben, die metamorphischen Felsarten und ihre Entstehung zu verschiedenen Zwecken.

Die geschichteten Gesteine.

§. 27 Die geschichteten Gesteine haben meist eine sehr einfache Zusammensetzung und ebenso einfache Structur, so daß ihre Felsarten nicht sowohl nach ihrem sonstigen Verhalten, als vielmehr nach der Form ihrer äußeren Erscheinung classificirt werden müssen. Es sind großentheils Kalksteine, Sandsteine oder Thone, welche auf dem Boden der Gewässer abgelagert wurden und deshalb meist auch eine Menge von Versteinerungen enthalten, indem die festen Theile der Thiere und Pflanzen, welche in diesen Gewässern lebten und vegetirten, von der abgesetzten mineralischen Masse eingehüllt und so erhalten wurden.

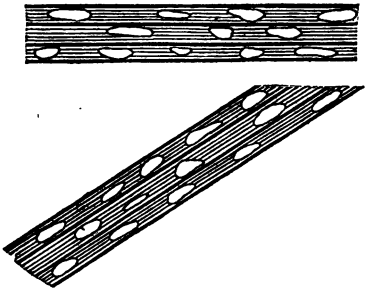
§. 27 Die geschichteten Gesteine haben alle ursprünglich horizontale Lager auf dem Grunde der Gewässer gebildet, und jede abweichende Lagerung derselben, die wir jetzt auf der Oberfläche der Erde beobachten, ist das Resultat einer späteren Einwirkung, wodurch sie entweder an einer Stelle gehoben oder an einer andern gesenkt wurden. Schon die Ausdehnung der Schichten an sich spricht für diese Ansicht. Nicht nur Stunden weit, sondern selbst über ganze Länderstrecken hin setzt sich eine solche Schicht fort, und wenn es bei

einzelnen Fällen zweifelhaft sein könnte, ob die Bildung wirklich diese Horizontalität gehabt hat, so erscheint doch bei Betrachtung solcher weiten Ausdehnung der Grundsatz festgestellt.

Es giebt indeß noch andere, schlagendere Beweise für die ursprüngliche Horizontalität der Schichten. Sauſſure schon fand in den Alpen Puddinge und Conglomerate, in welchen kopfgroße Rollsteine eingebacken waren, und die unter ziemlich steilen Winkeln aufgerichtet waren. Obgleich damals die Werner'sche Ansicht herrschend war, wonach alle Schichten in der Lage, in welcher sie sich gerade finden, aus dem Wasser abgesetzt worden sein sollten, so konnte Sauſſure doch nicht umhin, beim Anblick dieser Schichten auszurufen, daß sie unmöglich in dieser Lage gebildet sein könnten, indem Steine von diesem Gewichte nicht in so steilen Winkeln während des Absatzes der Schichten hätten erhalten werden können. Diese Conglomerate, schloß er, müßten in horizontaler Lage abgesetzt und hernach aufgerichtet worden sein.

§. 280. Die in den Conglomeraten eingebackenen Rollsteine geben noch zu einer andern, nicht minder wichtigen Beobachtung Veranlassung. Dolomieu fand nämlich, daß glatte, in den Puddingen sich vorfindende Steine stets so lagen, daß ihre platte Seite der Schichtfläche, und zwar, wenn sie nur eine platte Seite hatten, der unteren Schichtfläche zugekehrt war. Diese Schichtfläche mußte demnach zur Zeit, als der Stein sich lagerte, eine horizontale Linie dargestellt haben, da der Stein sich mit derjenigen Basis, welche seine Form ihm als schwerem Körper als die sicherste anwies, darauf niederlegte (Fig. 55 u. 56).

Fig. 55 u. 56.



§. 281. Auch die fossilen in den Schichten vorkommenden Körper geben in dieser Hinsicht bedeutende Anhaltspunkte. Platte Fossilien, wie Fische, Seesterne, Blätter, platt gewundene Schnecken liegen stets so, daß ihre platte Seite der Schichtfläche parallel ist; Bäume und deren Wurzeln stehen so, daß der Stamm mit den Schichtflächen einen rechten Winkel bildet, woraus folgt, daß einst die Schichtflächen horizontal lagen, weil alle Bäume senkrecht in die Höhe wachsen. Gleichen Schluß kann man aus den in den Schichten vorkommenden Muschelbänken ziehen, in welchen die Muscheln noch immer in derjenigen Stellung den Schichtflächen gegenüber sich finden, welche sie

noch jetzt auf dem Meeresboden einnehmen. Die meisten Muscheln nämlich, die ruhig eingegraben im Schlamme leben, graben sich so ein, daß sie senkrecht in den Sand oder Schlamm eindringen und daß der Hintertheil, an welchem die Athemröhren befestigt sind, nach oben sieht. Diese Steckmuscheln graben sich so tief ein, daß die Athemröhre gerade über den Schlamm hervorschaut, und sie auf diese Weise reines Wasser athmen können. In den fossilen Muschelbänken nun stecken die Muscheln in derselben Weise in den Schichten, den Kopf nach unten, das Hintertheil nach oben, in rechtem Winkel auf der Schichtfläche.

Alle diese Thatsachen erweisen unwiderleglich, daß die Schichten alle ursprünglich horizontal waren, und somit eine jede Abweichung derselben von der Horizontalität der Einwirkung späterer Einflüsse zugeschrieben werden müsse.

§. 282 Diesen späteren Einflüssen ist denn auch die Entstehung jener Erscheinung zuzuschreiben, die man mit dem Namen der »abweichenden Schichtung« belegt, und welche darauf beruht, daß zwei in Berührung befindliche Schichten nicht dieselbe Lagerungsebene besitzen. Es können hier die mannichfaltigsten Fälle eintreten und die verschiedenen Schichten unter sehr verschiedenen Winkeln zu einander geneigt sein; immer aber ist diese abweichende Schichtung ein Beweis, daß ein Kataklysmus stattgefunden, wodurch die ursprüngliche Horizontalität zerstört wurde. Hätten keine solche Verwerfungen stattgefunden, so würden alle Schichten parallel sein und gleichsam parallele Schalen um die Erde darstellen, deren oberste, als die zuletzt abgesetzte, die jüngste sein würde. Bei solchem Parallelismus würde es höchst schwierig gewesen sein, das Verhältniß der verschiedenen Schichten zu einander zu bestimmen. Die Verwerfungen, welche oft Brüche und Spalten, oft nur einfache Abweichung der Schichten veranlaßten, haben den Schlüssel zu höchst wichtigen Folgerungen über die Entstehung des Reliefs der Erde gegeben. Je höher eine Schicht liegt, desto jünger ist sie; jede nicht horizontale Schicht ist durch besondere Einflüsse aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden. Aus diesen beiden auf die Beobachtung gestützten Grundsätzen geht mit unwiderruflicher Gewißheit der Schluß hervor, daß eine horizontale Schicht, welche man auf einer nicht horizontalen abgelagert findet, erst dann abgesetzt worden ist, als jene schon aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht worden war.

Diese einfachen Verhältnisse geben nun den Schlüssel zu den wichtigsten Folgerungen über die Epochen, innerhalb welcher die einzelnen Hebungen und Revolutionen stattgefunden haben. Die Zeit einer jeden Umwälzung, deren Alter man bestimmen will, fällt nothwendig in eine Epoche, welche zwischen der Ablagerung der höchsten, aufgerichteten Schicht, und der tief-

sten horizontalen Schicht hineinfällt. Eine Bergkette, in deren Nähe man die obersten Schichten des Jura gehoben, die untersten Schichten der Kreide horizontal findet, muß nothwendig unmittelbar vor dem Absatze der Kreide entstanden sein. Die genaue Beobachtung dieser Verhältnisse giebt in allen Fällen Aufschluß über die relative Epoche, in welcher ein jeder Kataklysmus stattfand, indem die Beobachtung stets die Schicht, vor deren Absatz und diejenige, nach deren Absatz es geschah, nachweist.

§. 283. Man bezeichnet im Allgemeinen in der Geologie mit dem Ausdruck »Formation« eine Reihenfolge von verschiedenen geschichteten oder ungeschichteten Felsmassen, welche zu einer und derselben Epoche gemeinsamer Ursprunges gehören und deshalb auch gewisse gemeinschaftliche Charaktere darbieten, so daß man auch auf den geologischen Karten und Plänen sie durch eine und dieselbe Farbe angiebt. In derselben Formation können die verschiedensten Gesteine vorkommen, aber keine verschiedenen Fossilien, weil eben die Epoche des Ursprunges dieselbe ist. So sieht man oft in der Juraformation z. B. Sandsteine, Kalke, Mergel u. s. w. mit einander abwechseln, ohne daß deshalb die durch die Fossilien beurkundete gleichzeitige Entstehung beeinträchtigt wäre.

§. 284. Man hat oft das Wort »Terrain« als synonym mit Formation gebraucht, sollte es aber lieber in der Beziehung unterscheiden, daß Terrain bei Gleichheit der Structur und Zusammensetzung, Formation bei Gleichheit des zeitlichen Ursprunges gebraucht würde. In vielen Fällen, besonders wenn von geschichteten Elementen die Rede ist, fallen freilich diese Ausdrücke zusammen, in anderen aber wieder nicht. So ist z. B. in der Nähe von Heidelberg das granitische Terrain in bedeutenden Massen entwickelt. Bei genauerer Untersuchung hat sich aber gezeigt, daß dieses Terrain aus drei verschiedenen granitischen Formationen besteht, indem die ursprünglichen Granitmassen in späteren Zeiten zweimal von neuen Hebungen der Granite durchbrochen worden sind, so daß demnach Gänge von Granit in den Granit injicirt sind. Die injicirten Massen, obgleich von derselben Zusammensetzung und mithin demselben Terrain angehörig, gehören demnach einer späteren Zeit, einer oder mehren anderen granitischen Formationen an.

§. 285. Die Schichten, welche die feste Erdrinde zusammensetzen, sind ihrer Reihenfolge nach in verschiedene Gruppen zerlegt worden, die alle zwar ungemein lange Zeiträume der Bildung erforderten, aber wo dennoch die Schichten einer jeden Gruppe eine gewisse Gleichmäßigkeit in ihren Fossilien, ihrem Habitus, den Bedingungen ihrer Bildung und ihrem Verhalten zu den ungeschichteten Felsarten erkennen läßt. Diese Gleichmäßigkeit eben ist es, welche die Schichten in einzelne Systeme zerlegen läßt, deren Folge wir in aufsteigender Ordnung, von unten nach oben, betrachten werden.

I. Paläozoiſche Gebilde (Groupe palaeozoique).

Uebergangsgebilde.
1. Cambriſches Syſtem . . (Système cambrique, Cambrian system).
2. Siluriſches Syſtem . . (Untere Grauwacke, Système silurien, Terrain ardoisier, Silurian system).
3. Devoniſches Syſtem . . (Jüngere Grauwacke, Vieux grès rouge, Système dévonien, Terrain anthraxifère, Old-red Sandstone, Devonian system).
4. Steinkohlenſyſtem . . . (Système houiller, Carboniferous group).
5. Permiſches Syſtem . . (Système Permien, Système pénéen, Permian system, Zechſtein-Gruppe. Magnesian limestone.

1. Das cambriſche Syſtem.

§. 286. Die Schichten dieſes Syſtems, welche unmittelbar auf den ungeſchichteten Felsarten ruhen und ſomit die erſte Kruſte darſtellen, welche unſer Erdkörper durch Sedimentgeſteine erhielt, wurden zuerſt in England unterſchieden und nach den Cambrian mountains in Wales die cambriſchen Schichten genannt. In den meiſten Fällen hält es nur ſchwer, ſie ſowohl von den unterliegenden gneißiſchen oder granitiſchen Geſteinen zu trennen und von den überliegenden Schichten des ſiluriſchen Syſtemes könnten ſie einzig nur durch die abweichende Schichtung, aber durch keine anderen mineralogiſchen Charaktere geſchieden werden. Dieſe Schichten beſtehen meiſt aus Thonſchiefern von verſchiedener Conſiſtenz und Farbe, aus ſchieferiger Grauwacke, die meiſt ſehr feinkörnig iſt und oft in mehrfacher Reihe mit den Thonſchiefern abwechſelt; ſelten findet man Kalkſteine, die dann, wie zu Cartravers, ſchwarz, erdpechhaltig und ſplitterig ſind und auf beiden Seiten allmählich in die Thonſchiefer übergehen. Die Grauwacken des cambriſchen Syſtemes gehen ebenfalls oft allmählich in körnige Quarzite über; ſie ſind oft von Adern und Gängen von Quarz durchzogen, die oft den blätterigen Abſonderungen der Schiefer parallel laufen. An anderen Orten gehen ſie allmählich durch eine bedeutende Entwicklung von Chiaſtolith in den Granit über, und dieſe Umwandlung und die Anhäufung von Chiaſtolith zeigt ſich namentlich in einiger Entfernung von dem Berührungspunkte auf das Deutlichſte. Meiſt ſind die Schichten des cambriſchen Syſtemes ziemlich ſtark geneigt, in der Nähe der Granitkerne bedeutend gehoben und ſelbſt ſenkrecht geſtellt, und auf dieſen ſenkrechten oder in ſtarkem Gefälle ablaufenden Schichten

liegen dann die unmittelbar darauf folgenden Schichten des siluriſchen Syſtemes auf.

§. 287. Die Verſteinerungen des cambriſchen Syſtemes ſind ſehr wenig gekannt, was eines Theils wohl ihrer Seltenheit, andern Theils auch ihrer ſchlechten Erhaltung zugeſchrieben werden muß, und da dieſer Charakter zur Feſtſtellung ihrer Natur abgeht, ſo muß man ſich nur an die Schichtenſtellung halten, eben weil die mineraliſchen Charaktere ebenfalls nichts Beſonderes haben. Man nennt deshalb alle Schichten cambriſche, welche man in abweichender Schichtung zwiſchen den siluriſchen Schichten oberhalb und den primitiven Geſteinen unterhalb findet. Es iſt wahrſcheinlich, daß bei fortgeſetztem Studium dieſer Schichten man ſie noch in mehre einzelne Syſteme zerfällen wird, ſo wie dies ſchon mit ihnen und den siluriſchen Schichten geſchah, die man früher zuſammenwarf. Vielleicht wäre es bei dem jetzigen Stande der Wiſſenſchaft am zweckmäßigſten, alle verſteinerungsloſen, geſchichteten Schiefergeſteine, welche die unterſte Schicht der Erdrinde bilden, die unmittelbar auf den kryſtalliniſchen Gebilden aufruht, unter dem Namen der cambriſchen Geſteine zu begreifen, und als siluriſche diejenigen Schichten zu begreifen, welche, bei faſt gleicher mineralogiſcher Zuſammenſetzung, Petrefacten enthalten.

§. 288. Das cambriſche Syſtem iſt bis jetzt beſonders in England, in den Grafſchaften Cumberland und Weſtmoreland und Wales, in der Bretagne, in den Pyrenäen als getrennt nachgewieſen; in anderen Ländern, wo es namentlich mit den siluriſchen Schichten vereint vorkommen dürfte, iſt es noch nicht als beſonderes Syſtem nachgewieſen, ſondern mit den siluriſchen Schichten vereint gelaſſen worden.

§. 289. In England hat Sedgwick mehre Abtheilungen in den cambriſchen Schichten unterſchieden, die ſich vorzüglich durch mineralogiſche Charaktere von einander unterſcheiden. Das Vorkommen von Foſſilien in vielen derſelben iſt noch zweifelhaft.

1. Snowdonfelſen. Dieſe Geſteine, die namentlich in Wales in der Gegend des höchſten Berges von England, des Snowdon, entwickelt ſind, beſtehen aus ſehr theilbaren Thonſchiefern, die als Dachſchiefer benutzt werden und einerſeits in Grauwacke, andererſeits ſogar in kieſelige Conglomerate übergehen. Zahlreiche Durchbrüche von Porphyren und Feldſpathgeſteinen haben dieſe Geſteine auf ſeltſame Weiſe durch einander geworfen. Die Mächtigkeit dieſer Abtheilung, die Sedgwick mit dem Namen des unteren cambriſchen Syſtemes bezeichnet, iſt ungeheuer.

2. Balakalk. Schichten von nur geringer Mächtigkeit. Unreiner Kalk, der einige zerſtreute Foſſilien enthält, deren Formen im Allgemeinen nur gering erhalten ſind. Mit dieſen Kalkſteinen zum Theil untermiſcht, zum Theil über ihnen liegen quarzige Grauwackenſchiefer, Sandſchiefer, Schiefer-

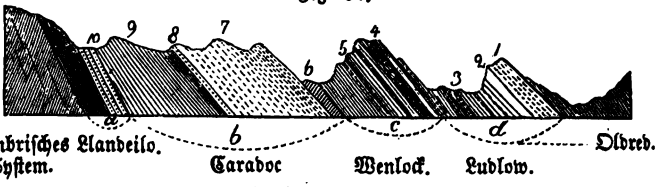
thone, die im Allgemeinen weniger kryſtalliniſch ſind, als in der unteren Abtheilung. Unmittelbar auf dieſen Plynlymmonſchiefern, die mit dem Balakalke das obere cambriſche Syſtem bilden, liegen die ſiluriſchen Geſteine.

§. 290 Die cambriſchen Schichten in der Bretagne ruhen auf dem feinkörnigen Granite auf und befinden ſich meiſt in einer Stellung, welche der ſenkrechten nahe kommt. Ihre Zuſammenſetzung iſt äußerſt einfach; ſie beſtehen aus harten, meiſt ſeidenglänzenden Schiefern, zwiſchen welchen nur hie und da dünne Schichten von ſplitterigem Kalkſteine und harten Sandſteinen eingelagert ſind. Dieſe Schichten enthalten durchaus gar keine Foſſilien; ſie können von den überliegenden nur durch die Stratification und nicht einmal durch hinreichende mineralogiſche Charaktere getrennt werden, da dieſelben Geſteine auch in den höher liegenden Syſtemen vorkommen. Die Schiefer ſind im Contacte mit den Graniten meiſt in Glimmerſchiefer oder Kalkſchiefer umgewandelt; in den übrigen Gegenden ſind ſie meiſt grau oder blaugrau und liefern manchmal gute Dachſchiefer, obgleich dieſe letzteren mehr dem ſiluriſchen Syſteme angehören.

§. 291 Im Allgemeinen ſind die Schichten der cambriſchen Geſteine, als der älteſten Sedimentgebilde, von den mannichfaltigſten Einflüſſen betroffen worden. Nicht nur ſind dieſelben faſt überall ſteil aufgerichtet und ſelbſt überſtürzt durch die Hebungen der unterliegenden primitiven Geſteine, ſondern auch die häufigſten Metamorphoſen haben ſich in der Nähe der einſt feuerflüſſigen Geſteine ausgebildet, auf welchen ſie aufruhen. In den meiſten Gegenden, wo cambriſche Schichten vorkommen, iſt es faſt unmöglich, ſie von den unterliegenden Gneißen zu trennen; ſo allmählich geht ihre Structur in die kryſtalliniſche über. Es iſt natürlich, daß die Durchbrüche aller feuerflüſſigen Maſſen, welche ſich ſeit dem Beginne der Sedimentbildungen auf der Erde ereigneten, ſtets die cambriſchen Schichten durchſetzen mußten, um an die Oberfläche zu gelangen, und aus dieſem einfachen Verhältniſſe iſt es erklärlich, warum an den meiſten Orten, wo geſchichtete Geſteine auf den primitiven aufliegen, die unteren Schichten durch die wiederholten Einflüſſe des Feuers ſo verändert worden ſind, daß man ſie von ungeſchichteten Geſteinen nicht mehr zu trennen vermag. Nur da, wo verhältnißmäßig geringe Revolutionen ſtatthatten, kann man die cambriſchen Schichten noch durch eigenthümliche, mineralogiſche Charaktere von den kryſtalliniſchen Geſteinen trennen, an den übrigen Localitäten gehen ſie unmerklich in dieſelben über. Wenn es demnach ſchwierig iſt, die Grenzen der einzelnen Schichtenfolgen in dem cambriſchen Syſteme nachzuweiſen, ſo iſt auf der andern Seite kein Gebilde mehr geeignet, um den Metamorphismus der Geſteine durch ſpätere Einflüſſe nachzuweiſen, und die Gegenden der cambriſchen Gebilde werden in dieſer Hinſicht ſtets einen ausgezeichneten Rang einnehmen.

2. Das silurische System (untere Grauwacke).

Fig. 57.



Durchschnitt des silurischen Systemes in England.

1. Glimmersandstein. 2. Aymestrykalk. 3. Thonschiefer. 4. Wenlockkalk. 5. Schiefer. 6. Kalk. 7. Caradocsandstein. 8. Kalk. 9. Sandstein. 10. Thonschiefer.

292. Dieses System von Schichten ist erst seit einigen Jahren genauer bekannt geworden durch das Werk Murchison's »the Silurian System«, welches zum ersten Male auf die Discordanz seiner Schichten mit denen des cambrischen Systemes aufmerksam machte und zugleich die Lagerungsverhältnisse seiner Schichten in England und Wales, sowie ihrer mineralogischen und paläontologischen Charaktere feststellte.

Hinsichtlich des mineralogischen Charakters der Schichten ist nur Wenig zu bemerken, da dieser, wie schon bemerkt, ganz nahe an denjenigen der cambrischen Schichten herantritt. Murchison unterschied in England und Wales vier Hauptgruppen in diesem Systeme, deren Verhältnisse zu einander, sowie zu den unten und oben liegenden Schichten, in dem vorstehenden Profil dargestellt sind.

Die untersten Schichten nennt Murchison die Gruppe der Llandeilo-Gesteine (*a*). Es sind hauptsächlich schieferige Grauwacken mit sehr feinem Korne, ganz denen der cambrischen Schichten ähnlich, zuweilen Kalk enthaltend, in anderen Fällen wieder quarzige Bestandtheile und meist in abweichender Schichtung gegen die unterliegenden cambrischen Schichten. Auch dunkle, stark kieselhaltige Quadersandsteine kommen neben diesen Llandeilo-flags und mit ihnen abwechselnd vor.

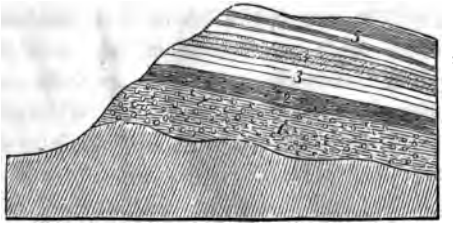
Auf diesen liegen die Caradoc-Gesteine (*b*), quarzhaltige Sandstein von tief dunkelrother Farbe mit vielen schmutziggelben thonigen und kiesel haltigen Adern, auf welchen andere kieselige hellgrüne Sandsteine liegen, in denen dunkelrothe Adern sich zeigen und die allmählich durch einen olivengrünen, plattenförmig abgesonderten Sandstein in dünne, sandige und thonige Schiefer übergehen, in welchen Nester von Sandstein eingebacken liegen die viele Fossile enthalten. Dünne, thonige Kalksteine und Mergelschichten wechseln zuweilen mit diesen Sandsteinen ab.

Dieſen Schichten folgen die Wenlock-Schichten (*c*) mit ganz den der Caradoc-Formation ähnlichen thonigen Schiefern und Concretionen von ſchmutzigen, ſehr foſſilhaltigen Kalkſteinen, die allmählich in ziemlich dicke Bänke von kryſtalliniſchen, unreinen Kalkſteinen übergehen, welche letzteren wieder von Thonſchiefern bedeckt werden, die eine Menge größerer und kleinerer Kalkconcretionen enthalten. Die Wenlock-Geſteine bieten ſo die mannichfaltigſten Uebergänge von faſt reinen Thonſchiefern zu Kalkſchichten dar, indem dieſe anfangs nur zerſtreuten Kalkconcretionen allmählich ſo überhand nehmen, daß ſie allein die Schicht ausmachen und der Thonſchiefer ganz verſchwindet. Dieſer Kalkſtein iſt gewöhnlich bläulich, und verwittert zu einer hellgrauen Maſſe. Er wird namentlich bei Dudley ſehr ausgebeutet und iſt an dieſem Orte ſehr reich an Verſteinerungen.

Die oberſten Lager des ſiluriſchen Syſtemes endlich werden von den ſogenannten Ludlow-Felſen (*d*) gebildet, deren untere Schichten aus feſten Thonſchiefern gebildet ſind, die nur wenig Sand und wenig Kalk enthalten, in allen möglichen Nuancen von Grau und Schwarz ſpielen und als Platten benutzt werden. Auf dieſen liegen glimmerhaltige, graue Sandſteine, die bald ſehr thonig, bald kalkig werden und in deren Mitte man namentlich eine nur wenig Zoll dicke Schicht unterſcheidet, die faſt nur aus einem Conglomerat von Fiſchreſten zu beſtehen ſcheint. Zwiſchen dieſen beiden befindet ſich eine Schichtenfolge feſter Kalke, die Murchiſon Aymeſtrykalk nennt, und die einigermaßen kryſtalliniſch ausſehen, trotz ihrer thonigen Beſchaffenheit.

Murchiſon ſchätzt die ungefähre Mächtigkeit der Llandeiloſchichten auf 1200 engliſche Fuß, der Caradocſchichten auf 2500 F., der Wenlockgeſteine zu 1000 F. und der Ludlowfelſen zu 1500 F., mithin im Ganzen zu 6200 engl. Fuß. Die beiden unteren Gruppen, die das untere ſiluriſche Syſtem bilden, fehlen oft, während nur die beiden oberen entwickelt ſind.

Fig. 58.

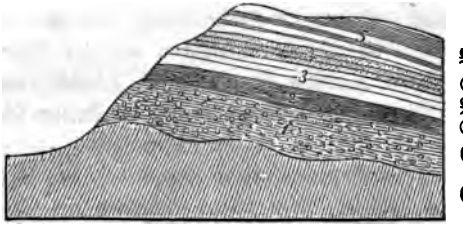


Durchſchnitt des ſiluriſchen Syſtemes in der Bretagne.

Das ſiluriſche Syſtem iſt in Frankreich, namentlich in der Bretagne §. 293
(Fig. 58), entwickelt, wo es unmittelbar auf dem cambriſchen Syſtem auf-

liegt, von dem es ſich leicht durch ſeine abweichende Schichtung unterſcheiden läßt. Die cambriſchen Schichten ſind nämlich meiſt ſehr ſteil aufgerichtet und fallen etwa unter 80 Grad Neigung, während die ſiluriſchen nur um 12 Grad von der Horizontalebene abweichen, ſo daß ſie auf den Schichtenköpfen des cambriſchen Syſtemes aufgelagert ſind. Man findet in

Fig. 58 a.



5. Bituminöſer Kalk und Schiefer.
4. Sandſtein.
3. Marmor.
2. Sandſtein.
1. Conglomerat.

Cambriſches Syſtem.

Durchſchnitt des ſiluriſchen Syſtemes in der Bretagne.

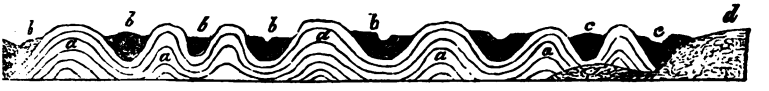
der Bretagne meiſt nachſtehende Schichtenfolge. 1. Unmittelbar auf den cambriſchen Schichten ein Conglomerat von Quarzkieſeln, die durch einen röthlichen Thonmörtel zuſammengehalten werden. Zuweilen finden ſich darin Feldſpathkryſtalle und ſeltene Fragmente von Thonſchiefer oder Grauwacke. 2. Dünne Schichten von grünlichem, kieſelhaltigem Sandſteine. 3. Darüber liegen nicht ſehr dicke Schichten eines compacten, hellgrauen Kalkſteines, den man als Marmor ausbeutet und der keine Foſſilien enthält. Dieſe Schichten wechſeln in einigen Gegenden mehrmal mit den grünen Sandſteinen ab. 4. Auf dieſem Marmor liegen feſte, quarzige Sandſteine, die eine bedeutende Menge von Petrefacten enthalten und im Lande als die rothen Sandſteine von May bekannt ſind. 5. Die oberſten Schichten endlich werden von den meiſt ſchwarzen, bituminöſen Kalkſteinen von Figuerolles gebildet, die oft mit ſchwarzen Thonſchiefern alterniren und ebenfalls eine bedeutende Menge von Foſſilien enthalten. An einzelnen Orten ſind dieſe Schiefer ſehr mächtig entwickelt, ſelbſt in ſo bedeutendem Maße, daß ſie die Sandſteine und Kalke ganz verdrängen und in bedeutender Mächtigkeit als vortrefflicher Dachſchiefer ausgebeutet werden können. In anderen Fällen erhalten dieſe Dachſchiefer, die namentlich bei Angers ſehr bekannt ſind, ſo bedeutende Zuſätze von Glimmer, daß ſie allmählich in Grauwacke übergehen.

Die Schichten des ſiluriſchen Syſtemes in der Bretagne ſind meiſt weit härter und feſter, als diejenigen von England, wo ſie oft ganz thonig und weich werden. — Aus der Vergleichung der Petrefacten und der mineralogiſchen Charaktere ſcheint hervorzugehen, daß die vier unteren Schichten den Caradocgeſteinen, die Kalkſteine von Figuerolles den Dudleykalken der Wen-

lockschichten, diese selbst den Dachschiefern von Angers entsprechen. Die Llandeiloschiefer und die Ludlowfelsen fehlen dann in der Bretagne.

Die Schichten des silurischen Systemes sind in der Bretagne auf die mannichfachste Weise in wellenartiger Form gebogen, so daß das Land eine Menge kleiner flacher Rücken darstellt, deren Höhen durch den Sandstein gebildet werden, während die Schiefer die Einbiegungen der Thäler zwischen diesen Rücken ausfüllen. Zwischen Nantes und Rennes namentlich ist diese Bildung sehr auffallend.

Fig. 59.



Durchschnitt der Bretagne zwischen Rennes und Nantes.
a Sandstein. *b* Schiefer. *c* Metamorphosirte Schiefer. *d* Granit.

In den Pyrenäen ist das silurische System ebenfalls entwickelt, aber §. 294.
durch die mannichfaltigen Veränderungen, die es erlitten, ziemlich unkenntlich. Es besteht besonders aus Thonschiefern, Quarzschiefern, Grauwacke und Kalken, die oft in Marmor und Dolomit verwandelt sind und zuweilen sehr merkwürdige Schichtenwindungen zeigen zeigen. Auch die mandelartigen Kalksteine von Campan gehören in dieses Terrain; jede Mandel in diesen Kalksteinen hat zum Kern einen winzigen, platten Nautilus, dessen platte Seite der Schichtfläche parallel liegt.

Am meisten entwickelt ist das silurische System im Norden der Con- §. 295.
inente. Im europäischen Rußland liegen seine Schichten unmittelbar auf
em Granite, welcher das Ufer des finnischen Meerbusens bildet, und er-
recken sich längs des Ladoga- und Onegasee's durch das Innere, wo sie von
nderen Gebilden bedeckt sind, bis zum Ural hin. Die Schichten liegen ganz
orizontal; enthalten eine bedeutende Menge von Fossilien aller Art, und
efinden sich dort noch in dem Zustande, in welchem sie abgesetzt wurden.
hre Horizontalität ist so groß, daß man meilenweit auf derselben Schicht
eisen kann, ehe man die nächste darauf liegende erreicht. Die Schichten
estehen aus einem blaßgrünen oder blaßbläulichen Thone, der ungeschichtet
st, unmittelbar dem Granite aufliegt und vielleicht den cambrischen Schich-
en entsprechen könnte; darüber Sandsteine mit schieferigen, wohlgeschichteten
honen und endlich sehr petrefactenreiche Kalke. In dem Ural sind die
luischen Schichten gehoben und bilden die nächste Mauer um den Kern
es Gebirges.

Ganz in denselben Verhältnissen findet sich das silurische System in §. 296.
ordamerika, wo seine Schichten ebenfalls in fast durchgängig horizontaler
ichtung von den großen nördlichen Seen, deren Ausfluß der St. Lo-
nzstrom bildet, bis zu den Rocky-mountains sich erstreckt. Selbst auf

der Melville-Inſel und in der Baffinsbai hat man ſiluriſche Schichten mit Polypen und Orthoceratiten nachgewieſen, was auf eine faſt vollkommen gleichförmige Vertheilung der Klimate zu damliger Zeit hinweist, indem jetzt Polypenbänke erſt um 40 Grade ſüdlich von jenen vereisten Gegenden vorkommen.

297. In Schweden findet ſich das ſiluriſche Syſtem ſehr reichlich entwickelt und ſehr reich an Foſſilien. Es bildet hie und da zerſtreute, iſolirte Flecken, die auf dem Gneiße aufliegen und aus Grauwacke, Alaunſchiefern, Stinkkalken und Thonſchiefern beſtehen, wie man dies namentlich in der Umgegend und an den Ufern des Wenerſee's beobachten kann.

298. In Deutſchland hat die Trennung des cambriſchen und ſiluriſchen Syſtemes noch nicht überall gelingen wollen, und man begreift beide gewöhnlich zuſammen unter dem Namen der Grauwackenformation. Man unterſcheidet zuweilen obere und untere Grauwacke, die aber weniger den von den Engländern aufgeſtellten Syſtemen, als vielmehr die untere Grauwacke den Llandeilo- und Caradocſchichten, die obere den Wenlock- und Ludlowſchichten zu entſprechen ſcheinen. Zu den letzteren gehören namentlich die in der Eifel, dem Weſterwalde, dem Hundsrück und dem Taunus auf weiten Strecken ausgebildeten, ſehr verſteinerungsreichen Grauwackengebilde, in welchen öfters Kalkſteine ſich finden, und deren Schichten an vielen Orten von ausgeſtorbenen Vulcanen durchbrochen ſind. Zu der unteren Grauwacke gehört ein bedeutender Gebirgszug, der an dem Thüringerwald und dem Fichtelgebirge ſich hinzieht. Auch in dem Harz erſcheinen kurze Strecken ſiluriſcher Schichten, nicht minder in Böhmen. Die Gebilde der Eifel, welche die größte Erſtreckung von Grauwacken in Deutſchland bilden, ſind neuerdings erſt von Sedgwick, Murchiſon, d'Archiac und Verneuil vergleichungsweiſe mit den engliſchen unterſucht worden. Jedenfalls gehören ſie, wenn ſie nicht, was ſehr wahrſcheinlich iſt, als untere Schicht des folgenden Syſtemes angeſehen werden müſſen, zu den oberſten Schichten des ſiluriſchen Syſtemes; vielleicht auch, daß ſie eine beſondere Abtheilung deſſelben bilden, die auf den Ludlowgeſteinen aufliegen würde, wenn ſie in England entwickelt wäre; ſehr wahrſcheinlich ſcheint es auch, daß das ſiluriſche Syſtem in ſeinen oberen Abtheilungen mit dem devoniſchen dereinſt vereinigt werden wird.

§. 299. Unter den in dem ſiluriſchen Syſteme bisher gefundenen Verſteinerungen ſind hauptſächlich die folgenden, entweder ihrer großen Verbreitung oder ihrer ausgezeichneten, leicht erkenntlichen Geſtalt wegen zu nennen:

Graptolites.
Stromatopora concentrica. Fig. 63.
Favosites basaltica, alveolaris, fibrosa, polymorpha. Fig. 70.
Porites tubulata.
Strombodes vermicularis.
Retepora infundibulum. Fig. 71.
Catenipora escharoides. Fig. 66.

ıia assimilis. Fig. 72.
›pora bifurcata. Fig. 65.
phyllum caespitosum Fig.
ananas. Fig. 68.
crinus isodactylus. Fig. 75.
crinus tuberculatus, pyri-
is. Fig. 74.
inus typus.
hocrinus decorus. Fig. 73.
prisca.
ırdia impressa. Fig. 81.
ıolaria angustata, carinata,
ta.
ea costata, plana, trigona.
obsoleta, reticulata, linea-
ig. 77.
a fibrosa.
ıa sericea, transversalis, la-
ig. 86.
callactis, flabellulum, Mur-
ni, subarachnoidea.
radiatus. Fig. 88.
erus Knightii. Fig. 82 u. 83.
curvata, aspera, tenui-
a.
ıtula aspera, borealis, gry-
, prisca, crispata, Fig. 92.
icata. Fig. 93.
Lingula attenuata.
Orbicula rugata.
Melania prisca.
Nerita spirata.
Pleurotoma articulata.
Euomphalus rugosus, Fig. 102., funatus, alatus.
Pleurotomaria undulata, Lloydii, Fig. 101.
Trochus helicites.
Littorina striatella.
Conularia Gervillei.
Bellerophon acutus, cornu Arietis, bilobatus, Fig. 108., dilatatus.
Orthoceras regulare, Ibex, calamiteum, attenuatum, Fig. 111., annulatum, Fig. 110.
Phragmoceras ventricosum. Fig. 112.
Lituites giganteus. Fig. 113.
Goniatites Nöggerathi.
Calymene Blumenbachii, Fig. 117 u. 118., macrophthalma.
Trinucleus granulatus. Fig. 116.
Homalonotus Knightii.
Phacops Downingiae. Fig. 119.
Onchus Murchisoni, tenuistriatus.
Thelodus parvidens.

3. Devoniſches Syſtem.

(Vieux grès rouge; Old red sandstone).

n unterſchied früher dieſes Syſtem wenig von den ſiluriſchen Schich- §. 300.
rſeits und dem Steinkohlenſyſtem andererſeits, zwiſchen welchen es
et; ſeit es in den neueſten Zeiten hauptſächlich durch Murchiſon
bekannt und mit vielem Rechte von den anderen Schichtenſyſtemen
: wurde, hat es ſich an vielen Orten wiedergefunden.
England, und namentlich im ſüdweſtlichen Theile, unterſcheidet Mur-
drei Hauptabtheilungen in dieſem Syſteme.

Die unterſte bildet der ſogenannte tile-stone (Ziegelſtein [1]). Meiſt harte, ſehr feinkörnige Sandſteine, die ſich in feinen Platten abſondern, ſo

Fig. 60.

Durchſchnitt des devoniſchen Syſtemes in England.

daß ſie faſt ſchieferiges Ausſehen haben und auch wirklich als Dachſchiefer benutzt werden. Sie bilden einen vollſtändigen Uebergang zu den Ludlowſchichten, die unter ihnen liegen und die ganz übereinſtimmende Schichtung mit ihnen haben; ihre unteren Lager gehen allmählich in Grauwacke oder Thonſchiefer über, und man hätte ſie nicht von der Ludlowſchichten trennen können, wenn ſie nicht an anderen Orten ohne dieſelben ſelbſtſtändig vorkämen und auch hie und da abweichende Schichtung zeigten. Sie enthalten meiſt ziemlich viele Foſſilien, und einige dünne Schichten ſind ganz ſo aus Ichthyodoruliten und anderen Fiſchreſten zuſammengeſetzt, wie die oben erwähnte Schicht von Ludlow.

Die zweite Schicht (2) wird von dem corn-stone (Kornſtein) gebildet. Es ſind beſonders bunte Mergel, die mit bedeutenden Schichten von thonigen Sandſteinen und unreinen Kalken wechſeln, in welchen kleine, körnige Concretionen in großer Menge ſich finden, die wie Getreidekörner ausſehen und dem Geſteine ſeinen Namen geben. Die Farbe dieſer Kornſteine iſt meiſt dunkelroth oder ſchwärzlich.

Die oberſte Abtheilung (3) endlich wird von dicken Schichten quarzhaltiger Sandſteine gebildet, die mit Conglomeraten und kieſeligen Puddingen, ſowie mit bunten Mergeln wechſeln, meiſt einen braunrothen, chocoladefarbigen Ton haben und zuweilen kleine Lager von Steinkohle enthalten, die aber nicht ſo reich ſind, um in England mit Vortheil ausgebeutet werden zu können. Dieſe oberen Sandſteine haben große Aehnlichkeit mit vielen Sandſteinen neueren Urſprunges, ſo daß man ſie an Handſtücken nicht unterſcheiden könnte; ein Beweis, daß die phyſiſche Urſache, welche die Hervorbringung ſolcher Sandſteine bedingte, ſich mehrmals im Laufe der Zeiten wiederholte.

Murchiſon ſchätzt die Mächtigkeit des ganzen Syſtemes im Südweſten von England auf 10,000 Fuß.

1. In Schottland iſt das devoniſche Syſtem nicht minder entwickelt; es bildet die ganze öſtliche Hälfte von Hochſchottland im Norden des caledoniſchen Canals, die Orkaden und die Shetlandsinſeln, und zeigt ſich auch,

aber in geringerer Ausdehnung, im Süden der Grampiansgebirge. Ganz Caithneß, die Umgebung von Cromarty und dem Murray-Firth wird von den Geſteinen des devoniſchen Syſtemes gebildet, die von Weſt nach Oſt einfallen und unmittelbar auf den primitiven und metamorphiſchen Geſteinen des weſtlichen Schottlands, den Graniten, Gneißen und Glimmerſchiefern aufruhen. Es beſteht dort in ſeinen unterſten Schichten aus bedeutenden Conglomeraten, die, je mehr ſie ſich den primitiven Geſteinen nähern, deſto mehr Bruchſtücke davon enthalten, ſo daß die unterſten Schichten eigentlich nur zuſammengebackene Gneißtrümmer ſind und ſo allmählich dem Gneiße ſich anſchließen, daß man kaum ihre Grenze feſthalten kann. In den oberen Lagern zeigen ſich dunkelrothe Sandſteine, mit bituminöſen Schiefern und Plattengeſteinen abwechſelnd, deren Structur ſich ſehr der Grauwacke nähert. In dieſen oberen Schichten finden ſich jene mächtigen Lager foſſiler Fiſche, von denen wir weiter unten handeln werden.

§. 302 Im Norden Europa's iſt das devoniſche Syſtem ſehr entwickelt; es bildet einige Flecken bei Chriſtiania und in Schweden, zeigt ſich aber namentlich in bedeutender Ausdehnung in Nordrußland, wo es öſtlich von dem ſiluriſchen Syſteme, das in der Nähe St. Petersburgs vorkommt, eine breite Bande bildet, die von Archangel aus längs des Ladoga- und Onegaſee's bis nach Dorpat und Riga ſich erſtreckt und dann in's Innere hinein bis gen Woroneſch ſich fortzieht, ſo daß dadurch eine Art Bogen gebildet wird, deſſen offene Schenkel dem Ural, die Spitze der Oſtſee zugekehrt iſt. Es zeigen ſich hier außer den charakteriſtiſchen dunkelrothen Sandſteinen und Mergeln, die ſehr reich an Foſſilien ſind, unreine, ſchwärzliche Kalke, die zuweilen auch gelb werden, ſchieferige Thone und ſelbſt quarzhaltige Plattenſteine in reicher Abwechſelung. Die Schichten liegen horizontal, ganz in ihrer urſprünglichen Lagerung.

§. 303 In Braſilien, am Cap, in Oſtindien hat man das devoniſche Syſtem unter denſelben Formen wiedergefunden; wenigſtens finden ſich dort rothe Sandſteine, die wahrſcheinlich dieſer Formation angehören, und die Lagerſtätte der Diamanten, die man bei Punah in Indien ausbeutet, findet ſich aller Wahrſcheinlichkeit nach in dieſen Schichten.

§. 304 In Nordamerika zeigt ſich das devoniſche Syſtem im Verhältniſſe zu den mächtigen ſiluriſchen Schichten nur ſchwach entwickelt; es findet ſich namentlich im Süden der großen Seen und iſt im Staate New-York von den dazu beauftragten amerikaniſchen Geologen mit großem Detail beſchrieben worden.

§. 305 Das eigenthümliche Ausſehen der rothen Sandſteine, die in dem Norden Schottlands und in Rußland ſo bedeutend entwickelt ſind, erhält ſich nicht in manchen Localitäten, ſondern macht vielfachen Grauwacken, Schiefern und Quarziten Platz. Schon im Süden Englands, in Devonſhire

und Cornwall, ist dies der Fall. Man findet hier Grauwacke, Quarzite, Kalksteine, die namentlich in der Nähe von Plymouth ausgebeutet werden und die so abgelagert sind, daß sie eine Art Becken bilden, dessen mittlere Schichten die jüngsten sind, während die älteren Schichten von allen Seiten her dieselben schalenförmig umgeben. Die genauere Trennung dieser Schichten von den silurischen Schichten, die darunter, und den Kohlenkalkschichten, welche darauf liegen, ist noch nicht durchgeführt, so daß sonderbarer Weise das System gerade in der Gegend, von welcher es den Namen hat, weit weniger genau unterscheidbar ist, als in vielen anderen. Auch hier kommen in den oberen Schichten hie und da Lager von trockener Steinkohle vor, die man wohl den Anthraciten zuschreiben könnte.

§. 306. In der Bretagne hat man das System ebenfalls an vielen Punkten unterscheiden können. Es bildet hier eine schmale Bande nördlich von Nantes, und wird aus Puddingen zusammengesetzt, in welchen Rollsteine von Quarz, Glimmerschiefer und Thonschiefer eingebacken sind, und die allmählich durch Feinerwerden des Kornes in Sandstein übergehen, und auf welchen unreine Kalksteine, Grauwacken und Thonschiefer aufliegen. In letzteren namentlich finden sich bedeutende Lager von Anthraciten, die an vielen Orten mit Vortheil ausgebeutet werden und meist unmittelbar unter einem eigenthümlichen Gesteine liegen, welches die Arbeiter »pierre carrée« nennen. Es ist dies nämlich ein Feldspathgestein von grünlicher Farbe, welches sehr viel Kiesel enthält, so daß es von manchen Petrosilexarten durchaus nicht zu unterscheiden ist, obgleich es offenbar sedimentären Ursprunges ist, da es nicht nur die Brennstofflager deckt, sondern oft selbst fossile Pflanzenabdrücke enthält. Das Gestein hat die Eigenthümlichkeit, in parallelipedische Stücke zu zerfallen, sobald es der Luft ausgesetzt wird, und daher der beim Volke gebräuchliche Name. Die Kohlenlager bieten manches Eigenthümliche dar und ihre häufigen Abwechselungen und Alternirungen mit Thonschiefern und Grauwacken lassen auf mannichfache Einbiegungen schließen, über die man aber nicht recht in's Klare kommen kann, da die sie einschließenden Schichten meist fast senkrecht stehen und das Land nur hügelig ist und wenig tiefe Thaleinschnitte besitzt, so daß man die Fortsetzungen der Schichten in der Tiefe nicht beobachten und sich auf diese Weise versichern kann, ob die Schichten wirklich umbiegen oder nicht.

Uebergangsgebilde im Allgemeinen.

§. 307. Die Gebilde der Bretagne, sowie die in dem Südwesten Englands, in Cornwall nämlich entwickelten Schichten, wo die Sandsteine des Oldred allmählich in Grauwacke und Schiefer übergehen, leiten auf verschiedene Gebilde in anderen Gegenden, wo dieser Uebergang so vollständig ist, daß man nur

ſchwer die verſchiedenen Stufen der einzelnen Syſteme unterſcheiden kann, und daher vor der Hand noch am beſten thut, dieſe ganzen Grauwacken- und Schiefergebilde unter dem Namen der Uebergangsgebirge zu bezeichnen. Es darf indeß nicht vergeſſen werden, daß dieſe Gebilde gerade jetzt mit vielem Eifer unterſucht werden, und daß wohl in nächſter Zeit ihre definitive Beſtimmung nicht mehr im Unklaren ſein wird.

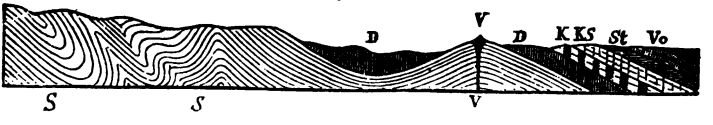
§. 308. Die Uebergangsgebilde zeigen ſich zuerſt in weiter Strecke auf beiden Ufern des Rheins, im Norden von Mainz, wo ſie die verſchiedenen Höhenzüge des Hundsrück, der Ardennen, des Taunus und des Weſterwaldes bilden. Die Ardennen bedecken das ganze Land zwiſchen Luxemburg und Lüttich; ein weiter, gleichförmig hoher Gebirgszug mit flachen Thälern von ermüdender Einförmigkeit, zwiſchen welchen die langweiligen breiten Rücken der Hochebenen ſich hinziehen, die, von Ferne geſehen, wie eine gleichförmige Mauer erſcheinen, auf deren Rücken ſich weite Wälder und Moräſte ausdehnen.

§. 309. In Belgien findet man zwar auf dem Nordabhange der Ardennen eine Reihe von Schichten, welche wohl ohne Zweifel dem devoniſchen Syſteme paralleliſirt werden müſſen. Die unterſten Lager dieſer Schichten beſtehen aus groben rothen Puddingen und Sandſteinen, die man, einer ausgedehnten Localität nach, Puddinge von Burnot genannt hat. Darüber liegen ſchwarze Kalkſteine, die eine große Menge von Enkriniten enthalten, deren ſpathiges Gefüge und helle, weiße, rothe und grüne Farbe dem Geſteine ein marmorartiges Anſehen verleiht. Man kennt dieſe mittlere Gruppe unter dem Namen des Marmors von Givet. Die oberſte Schicht endlich wird von den leicht verwitternden Thonſchiefern von Famenne und den Sandſteinen von Condros gebildet, auf welchen der Kohlenkalkſtein unmittelbar aufliegt. Auch hier finden ſich Anthracitlager in den oberen Schichten, weshalb Dumont dieſe ganze Reihe nebſt dem Kohlenkalke und den darunter liegenden Schiefern unter dem Namen »Anthraciti ſches Terrain« (terrain anthraxifère) begriffen hat. Der Marmor von Givet, derjenige von Plymouth und der Marmor von Campan in den Pyrenäen gehören vielleicht einer und derſelben Bildungszeit an und wurden wahrſcheinlich zu derſelben Zeit abgeſetzt. Unter dieſen Schichten nun findet ſich eine Reihe mächtiger ſchieferiger Maſſen, die an vielen Stellen als Dachſchiefer ausgebeutet werden. Die Hauptmaſſe des Gebirges iſt aus dieſen Schiefern zuſammengeſetzt; und Omalius d'Halloy hat die ganze Formation unter dem Namen: das »Dachſchiefergebilde« (terrain anthraxifère) zuſammengefaßt. Die Reihenfolge der einzelnen Schichten in den Ardennen iſt aber äußerſt ſchwer zu beſtimmen, da die mannichfachſten Biegungen und Verwerfungen vorkommen. Wahrſcheinlich findet ſich eine Reihe von Becken, welche ſchief aufgehoben und eingeknickt ſind, ſo daß ſie faſt überall ſteil nach innen ein-

fallen, und man einen großen Fehler begehen würde, wenn man die einzelnen Schichten, welche man bei der Durchkreuzung der Ardennen in unmittelbarer Folge zu Tage gehen sieht, als ebenso viel in sich verschiedene Schichten ansehen wollte, während in der That durch die vielen Einknickungen jede Schicht mehrmals zu Tage kommt. Es scheinen sich in diesem Schiefergebirge der Ardennen zwei bestimmte Stufen nachweisen lassen zu können, deren höhere, auf welcher die Puddinge des devonischen Systemes ruhen, hauptsächlich aus Quarziten und einigen Grauwacken besteht, während die tiefere Gruppe aus mehr oder minder festen, thonigen Schiefern gebildet wird, die meist blau oder grau sind und zuweilen in reinen, körnigen Quarz, in Schleifsteine übergehen. Die Beobachtung dieser Schiefer, in welchen sich zuweilen Eisenkiese und Eisennieren finden, ist deshalb sehr interessant, weil man hier an vielen Stellen sehr deutlich den Unterschied zwischen der schieferigen Textur und der Schichtung bemerken kann. Die Grauwacke, welche auf den Quarziten an einigen Stellen aufruht, enthält oft Anthracit und vegetabilische Eindrücke; dürfte deshalb vielleicht noch zu dem devonischen Systeme gerechnet werden, während man die Quarzite dem silurischen und die Schiefer dem cambrischen Systeme parallelisiren könnte, wenn auch nur mit vieler Ungewißheit.

§. 310. Die Gebilde der Ardennen (siehe den idealen Durchschnitt Fig. 61) setzen sich ohne Unterbrechung in das Uebergangsgebirge fort, welches zu beiden

Fig. 61.



Idealer Durchschnitt des rheinischen Uebergangsgebirges.

S. Silurisches System. *V.* Vulcanische Gebilde. *D.* Devonisches System. *K.* Kohlenkalk. *KS.* Kohlensandstein. *St.* Steinkohle. *Vo.* Vogesensandstein.

Seiten des Rheins zwischen Bingen, Bonn und Düsseldorf entwickelt ist, und dessen einzelne Höhenzüge, als Eifel, Hundsrück, Taunus und Rothhaargebirge unterschieden werden. (Siehe die Karte.) Der Grund dieser ganzen weiten Gegend, welche im Norden von der Ruhr, im Osten vom Vogelsgebirge, im Süden vom Maine und der Nahe umschlossen wird, ist von Schiefern gebildet, die denen der Ardennen ähnlich sind und dem silurischen Systeme beigezählt werden können. An vielen Stellen, wie namentlich im Westerwald und im Siebengebirge, sind diese Schiefer von vulcanischen Massen durchbrochen worden und ihre Stellung mannichfach verändert. Auf diesen Schiefern liegen, wie es scheint in muldenförmigen Becken abgesondert, bedeutende Grauwackegebilde und darüber sehr verbrei-

nerungsreiche Schiefer- und Kalkſteine, von welchen die letzteren jedenfalls, die erſteren wahrſcheinlich dem devoniſchen Syſteme zugezählt werden müſſen. Die Stellung dieſer verſteinerungsführenden Schichten wird ſowohl durch ihre Petrefacten ſelbſt, als auch durch ihre Lagerung bedingt, indem auf ihnen, namentlich am Nordrande der Gegend, die Schichten des Steinkohlenſyſtemes aufliegen.

(Fig. 62. Karte des rheiniſchen Uebergangsgebirges, ſiehe folgende Seite.)

§. 311. Um näher in die Structur dieſer für die deutſchen Geologen ſo wichtigen Gegend einzugehen, ſo finden ſich auf dem linken Rheinufer und zwar namentlich in der Eifel und dem Hundsrück mannichfaltige Ablagerungen und Wiederholungen von ſandigen Schiefern, eigentlichen Thon- und Dachſchiefern, Grauwacken mit Quarziten und chloritiſchen Schiefern, welche dem Schiefergebilde der Ardennen vollſtändig zu entſprechen ſcheinen, deren wahre Lage aber ebenſo, wie bei den Ardennen, durch die ſeltſamſten Biegungen und Verwerfungen, ſowie durch die oft ſehr verwirrende Schieferklüftung der Maſſen, welche die wahre Richtung verbirgt, ſehr ſchwer erkenntlich iſt. In dem Hundsrück kommen namentlich chloritiſche Schiefer und Quarzfelſen vor, die überall frei zu Tage gehen und von keinen ſpäteren Gebilden überdeckt ſind; in der Eifel dagegen zeigen ſich mannichfache oberflächlichere Ablagerungen, die an Verſteinerungen ſehr reich ſind und wohl ohne Zweifel dem devoniſchen Syſteme zugerechnet werden müſſen. Dieſe devoniſchen Geſteine ſind in mehr oder weniger flachen Mulden abgelagert und beſtehen in ihrem unteren Theile aus kalkigen Schiefern, die einestheils in wahre Schiefer, andererſeits in Kalkſchichten übergehen, und aus rothen Sandſteinen, die ſich meiſt in dünne Platten ſpalten und den rothen Sandſteinen Englands ſehr ähnlich ſehen. Auf dieſen rothen ſandigen Schiefern liegen mächtige Kalkſchichten, die an einigen Orten über hundert Fuß hohe Abſtürze zeigen und reich an Petrefacten ſind. Namentlich in der Umgegend von Kronenburg ſind dieſe Kalkſteine ſtark entwickelt und, wie es ſcheint, ſtellen die vier verſchiedenen Flecke des in der Nähe gelegenen Eifeler Kalkſteines, welche die eigentliche Eifel von den Ardennen trennen, eigentlich nur Stücke einer einzigen großen Mulde dar, die durch mannichfache Biegungen der unterliegenden Grauwackengebilde in einzelne Abtheilungen zerfällt worden iſt. Auf dieſen Kalkſteinen, und deshalb meiſt in der Mitte der Mulden, ruhen harte, kryſtalliniſche Dolomite, in welchen man hie und da nur Schichtungsſpuren wahrnehmen kann. Zuweilen iſt der Dolomit breccienartig, ſelbſt erdig; meiſt aber nur zellig und reich an Eindrücken von Korallen. Einen wichtigen Horizont bildet in dieſen devoniſchen Kalkgebilden der Eifel der ſogenannte Strygocephalenkalk, lichtgrauer Kalkſtein, in welchem ganze Lager von Strygocephalus Burtini (Fig. 84 u. 85) aufgehäuft ſind, und deſſen Bänke oft mehre hundert Fuß mächtig werden. Ueberhaupt ſind dieſe

Fig. 62.

Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.

1	2	3	4	5	6
Aufgeschwemmtes Land.	Tertiärgebilde.	Kreide.	Vogesensandstein.	Trias.	Steinkohlengebilde.

7	8	9	10	11	12
Flözleerer Kohlensandstein.	Kohlenkalk.	Devonisches System.	Silurisches System.	Vulcanische Gebilde.	Vulcanische Gerölle.

Eifeler Kalke ungemein reich an Mollusken, Cruſtaceen und Strahlthieren, aber ſehr arm an Fiſchen; die wenigen Reſte von dieſen letzteren aber, die neuerdings gefunden worden ſind, ſtellen entſchieden das ganze Kalkgebilde in das devoniſche Syſtem, indem ſie mit den in Schottland gefundenen Arten dieſes Syſtemes identiſch ſind.

Auf dem rechten Rheinufer, in den Maſſen des Taunus und des Roth- §. 312
haargebirges, zeigen ſich als unterſte Gebilde, und offenbar den Schiefern der Ardennen und des Hundsrück entſprechend, eine Menge ſchieferiger Gebilde, welche oft als vortreffliche Dachſchiefer entwickelt ſind, und allmählich in Thonſchiefer und grauwackenartige Gebilde übergehen. Dieſe Grauwacke, welche den ſiluriſchen Schichten zu entſprechen ſcheint, an einigen Orten ziemlich verſteinerungsreich iſt und zuweilen in quarzigen Sandſtein und unreine Kalke übergeht, ſchließt ſich nach oben an ein Syſtem ſchwarzer Dachſchiefer an, die namentlich in der Nähe des Dorfes Wiſſenbach bei Dillenburg ſich in großer Mächtigkeit vorfinden und ihren Verſteinerungen nach noch zu dem ſiluriſchen Syſteme zu gehören ſcheinen, obgleich ſie, im Falle ſich dieſe Stellung bewähren ſollte, über den Ludlowfelſen unmittelbar unter den devoniſchen Schichten eingereiht werden müßten.

Oberhalb dieſer Schiefer kommen namentlich an dem Südrande des Weſterwaldes auf beiden Ufern der Lahn in der Umgebung von Weilburg mächtige Ablagerungen eines meiſt dunkelgrauen, dünngeſchichteten, compacten Kalkſteines vor, zwiſchen welchen ſich hie und da Schalſtein oder auch Kalkmergel einſchiebt, welche letztere beſonders (bei Wilhelmsmühle in der Nähe von Villmar) ſehr verſteinerungsreich ſind. Die Stellung dieſer Kalkſchichten, die durch mannichfache plutoniſche Einflüſſe vielſeitig verworfen ſind, in der Reihe der einzelnen Schichtenfolgen der Uebergangsgebilde iſt noch nicht ganz ſicher beſtimmt, indem die Einen ſie durchaus dem devoniſchen Syſteme beizählen, Andere aber ſie, gleich den Wiſſenbacher Schichten, als eine Mittelbildung zwiſchen dem devoniſchen und ſiluriſchen Syſteme anſehen wollen. An einigen Stellen werden dieſe Kalke förmlich marmorartig und auch als ſolche ausgebeutet. An anderen Orten, wie namentlich an dem Nordrande des Weſterwaldes, finden ſich ſtatt dieſer Kalke Sandſteine und Schiefer. In ähnlicher Weiſe, wie an den Ufern der Lahn, das heißt, als Kalke von verſchiedenem mineralogiſchem Charakter, treten Gebilde an dem Nordrande des rheiniſchen Uebergangsgebirges auf, wo ſie ſich unmittelbar an das weſtphäliſche Kohlengebilde anſchließen, das wir ſpäter betrachten werden.

Der Harz (ſiehe Fig. 149. Karte des Harzes und Thüringer Waldes) §. 313
ſcheint die entgegengeſetzte Seite der Ardennen zu bilden, da in ihm ganz ähnliche Geſteine wahrgenommen werden. Hausmann unterſcheidet hier drei verſchiedene Gruppen der Uebergangsgebilde. Unmittelbar auf den em-

porgehobenen Graniten, Gneißen und Glimmerſchiefern, welche letztere größtentheils metamorphiſche Gebilde ſind und den granitiſchen Kern des Harzes umſtehen, der ſich im Brocken zu ziemlich bedeutender Höhe erhebt, unmittelbar auf dieſen liegen Thonſchiefer und Dachſchiefer, denen der Ardennen durchaus ähnlich. Dieſen folgen Quarzite, die oft in Sandſteine übergehen, welche Hausmann Grauwackenſandſteine nennt, und die an einzelnen Stellen viele Foſſilien enthalten. Auf dieſe folgt eine dritte, oberſte Gruppe, welche aber hauptſächlich aus Grauwacke beſteht, zuweilen mit Thonſchiefer abwechſelt, ſonſt aber ziemlich einförmig iſt. Es finden ſich in dieſer Schichtengruppe theils Pflanzenabdrücke, theils Reſte von Seethieren, namentlich Poſidonien, und zwar ſtets ſo vertheilt, daß die Pflanzenreſte nicht in denſelben Schichten ſich befinden, wie die Seethiere, ein Umſtand, der um ſo bemerkenswerther iſt, als auch in der Kohlengruppe daſſelbe Verhältniß eintritt. Offenbar entſprechen dieſe drei Gruppen den in den Ardennen befindlichen ſehr genau, nur mit dem Unterſchiede, daß im Harze die Grauwacke weit weniger entwickelt iſt, und es iſt deshalb mehr als wahrſcheinlich, daß die Ardennen, die rheiniſchen Uebergangsgebilde und die Schichten des Harzes nur eine fortlaufende Reihe bilden, die da, wo ſie nicht zu Tage kommen, wie z. B. im Waldeckiſchen und im Weſerthale, nur von ſpäteren Gebilden überdeckt ſind, unter denſelben aber mit einander zuſammenhängen. An einigen Stellen des Harzes, wie namentlich bei Grund, ſind Kalkſchichten entwickelt, welche offenbar dem devoniſcheu Syſteme anzugehören ſcheinen.

§. 314. Wir erwähnen hier unter den Foſſilien des devoniſchen Syſtemes:

Stromatopora concentrica. Fig. 63.
Tragos acetabulum. Fig. 64.
Favosites alveolaris.
Aulopora serpens. Fig. 69.
Amplexus tortuosus.
Strombodes vermicularis.
Cyathophyllum ceratites.
Platycrinus decagonus.
Cupressocrinus crassus. Fig. 76.
Rhodocrinus crenatus.
Melocrinus laevis.
Cyathocrinus dubius.
Lucina antiqua.
Sanguinolaria compressa.
Cardium pectunculoides, Fig. 79., Lyellii, Fig. 78., vilmarense. Fig. 80.
Lunulacardium canalifer.
Megalodon cucculatus.
Nucula Murchisoni.
Posidonomya Becheri.
Inoceramus inversus.
Pecten transversus.
Avicula gibbosa.
Productus subaculeatus.
Leptaena analoga.
Orthis hians, rugosa, lepis. Fig. 87.
Spirifer speciosus, Fig. 89., Verneuilii, heteroclitus.
Atrypa decussata.
Strygocephalus Burtini. Fig. 84 u. 85.
Terebratula aspera, cassidea, concentrica, prisca, ferita, Fig. 90. Wilsoni, Fig. 91.
Calceola sandalina. Fig. 94. 95. 96.

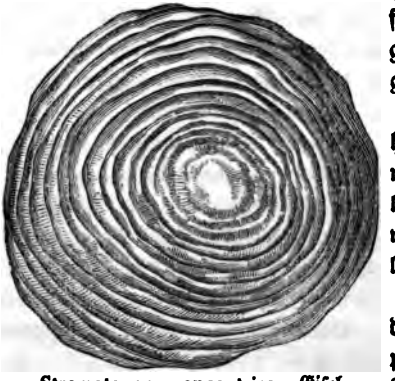
Natica margaritifera, subcostata. Fig. 99.
Schizostoma radiatum. Fig. 105
Cirrhus Leonhardi. Fig. 104.
Monodonta purpurea. Fig. 98.
Euomphalus laevis, serpula. Fig. 103.
Trochus helisites.
Turbo squamiferus. Fig. 97.
Buccinum acutum, imbricatum, arculatum. Fig. 106.
Pleurotomaria Defrancei. Fig. 100.
Turritella lineata.
Murchisonia coronata, Fig. 107., angulata.
Conularia Gervillei, Fig. 109., Gerolsteinensis.
Bellerophon elegans.
Nautilus germanus.
Orthoceras calamiteus, cinctus, Ibex, regularis.
Goniatites Hoeninghausi, Fig. 114., retrorsus, sphaericus, costulatus. Fig. 115.
Clymenia Sedgwickii, costulata.
Cyrthoceras Eifelense, armatum.
Illaenus crassicauda.
Asaphus Hausmanni.
Calymene Latreillii, macrophthalma.
Arges armatus. Fig. 121.
Brontes flabellifer. Fig. 120.
Dipterus macrolepidotus.
Holoptychius nobilissimus, giganteus.
Dendrodus biporcatus.
Diplacanthus.
Cheiracanthus.
Pterichthys. Fig. 123.
Coccosteus.
Cephalaspis Lyellii. Fig. 122.

§. 315. Die Petrefacten der ſiluriſchen und devoniſchen Gebilde, welche wir vorläufig noch zuſammenfaſſen, da ihre Trennung noch nicht vollſtändig gelungen iſt, bieten ſchon um deswillen großes Intereſſe dar, als ſie die erſten Spuren von pflanzlichen und thieriſchen Schöpfungen enthalten, und dieſes erſte Auftreten organiſchen Lebens in der Geſchichte der Erde im Allgemeinen durch höchſt abweichende Formen ſich von der jetztlebenden Schöpfung unterſcheidet.

§. 316. Die Polypen treten in den Uebergangsſchichten mit Formen auf, die meiſt in der heutigen Schöpfung nicht mehr vorkommen. Sie bilden an vielen Stellen förmliche Korallenbänke und Riffe, ähnlich denen der Südſee; ein Beweis, daß da, wo dieſe Korallenbänke ſich aufbauten, eine warme, tropiſche See von geringer Tiefe beſtand, indem auch in der jetzigen Periode Korallenbänke nur in tropiſchen Meeren ſich vorfinden und kaum in größeren Tiefen als höchſtens 100 Fuß ſich anbauen. Es ſind namentlich ſteinige Kalkkorallen, welche die Bänke der Ueberganggebirgsmeere bilden, oder auch kleine, kalkige Korallen, den Gorgonien ähnlich. Netzförmige Schmarotzerpolypen, wie Fluſtren u. dgl., kommen in den alten Schichten nicht vor. Eine ſehr charakteriſtiſche und wegen ihrer Häufigkeit bezeichnende Art iſt Stromatopora concentrica, welche in Rußland, England,

der Eifel und Nordamerika gleich verbreitet iſt und einen ſchwammartigen Polypenſtock bildet, mit feinen, netzförmigen Ritzen, die auf der kugeligen Maſſe in concentriſchen Kreiſen geſtellt ſind.

Fig. 63



Stromatopora concentrica. Eifel.

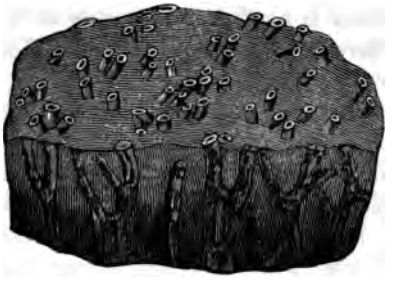
In die Nähe dieſer Polypen gehören auch die in der Eifel gefundenen Tragos-Arten, becherförmige Polypenſtöcke von ſchwammigem Gewebe, mit einzelnen unregelmäßigen, lückenartigen Poren.

Fig. 64.

Tragos acetabulum. Eifel.

Bedeutendere Polypenſtöcke bildeten die Syringoporen und Cateniporen, beide aus ſenkrecht ſtehenden Röhren gebildet, und die ſich nur dadurch unterſcheiden, daß bei den erſteren die Röhren innere Querwände haben und durch Seitenäſte mit einander verbunden, auch zuweilen dichotomiſch getheilt ſind, während bei den Cateniporen die Röhren ſelbſtſtändig parallel ſind und durch ihre Stellung ſchöne, gewundene, netzförmige Kettenfiguren auf der Oberfläche des Polypenſtockes bilden. Die beiden hier abgebildeten Arten finden ſich häufig in allen Uebergangsgebirgen vor.

Fig. 65.



Syringopora bifurcata.

Fig. 66.

Catenipora eskaroides.
Aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

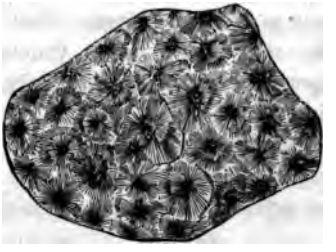
Die Auloporen ſtanden dieſen Formen nahe, unterſcheiden ſich aber durch ihre kleinen Röhren, welche netzartig mit einander verbunden ſind (Fig. 69).

Anſehnliche Stöcke bilden auch die Cyathophyllen, rundliche Stämme mit dichotomiſchen Aeſten, die ſich in becherförmigen Sternzellen endigen und nur dadurch von den eigentlichen Aſträen unterſcheiden, daß die Polypenſtämme frei und baumartig aufwachſen, während ſie in den Aſträen hart an einander liegen und zu einer Maſſe verſchmelzen.

Fig. 67.

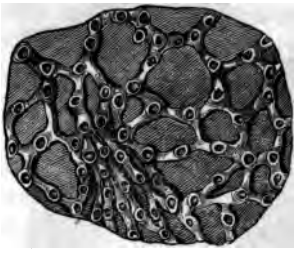
Cyathophyllum caespitosum.

Fig. 68.



Astraea ananas.
Aus den ſluriſchen Schichten Englands.

Fig 69.



Aulopora serpens. Aus der Eifel.

Fig. 70.

Favosites polymorpha.

Fig. 71.

Retepora infundibulum.

Fig. 72.

Gorgonia assimilis.

Alle drei aus den ſlur. Schichten Englands.

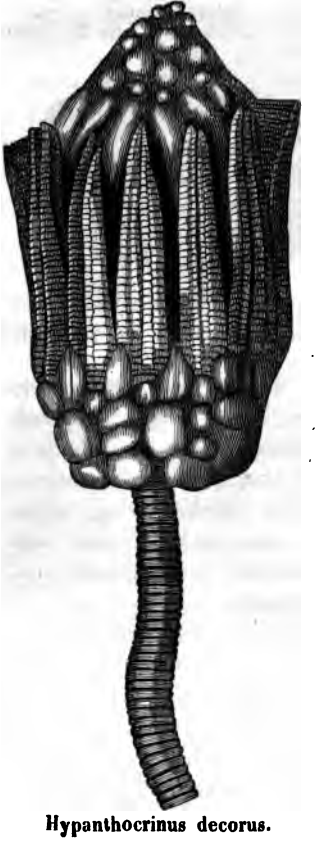
Zu den freien kalkigen Polypen, welche keine Korallenriffe bildeten, gehören die Favoſiten, aus ſchuppenartig an einander liegenden Röhrchen gebildet, die unter einander durch Poren communiciren, die Reteporen und Gorgonien.

§. 317.

Als bemerkenswerthe Thatſache verdient aufgeführt zu werden, daß in dem Uebergangsgebirge nur geſtielte Seeſterne, Enkriniten, vorkommen, und die übrigen ungeſtielten Gattungen aus der Klaſſe der Echinodermen,

Seeigel und Seesterne, durchaus zu fehlen scheinen. Man hat zwar an einigen Orten Bruchstücke von Cidariten wollen gefunden haben, indeß scheint diese Thatsache noch der Bestätigung zu bedürfen. Jedenfalls, auch wenn sie sich bewähren sollte, sind die gestielten Echinodermen, die Seelilien, in überwiegender Zahl in den alten Gebilden, und die Glieder ihrer Stiele oft so häufig, daß die Gesteine nur aus zusammengebackenen Enkrinitenstielen zu bestehen scheinen. Man nannte früher diese Stücke Entrochiten, und daher die Benennung Entrochitenkalk (Calcaire à entroques). Die allgemeine Organisation der Enkriniten, die in viele Geschlechter zerspaltet worden sind, beruht darin, daß auf einem aus auf einander geschichteten Stücken aufgebauten Säulenschafte sich eine becherförmige Ausbreitung befindet, welche die Körperhöhle des Thieres bildete. Im Kreise um diesen aus mehren Stücken zusammengesetzten Becher stehen bewegliche Arme, welche je nach den Geschlechtern und Arten sehr verschieden gebildet erscheinen, aber stets befähigt waren, sich auszubreiten und wieder zu schließen, und auf diese Weise dem in der Tiefe des Bechers liegenden Munde des Thieres die Nahrung zuzuführen. Es würde hier zu weit führen,

Fig. 73.

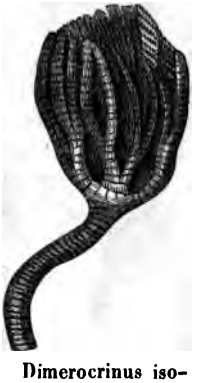


Hypanthocrinus decorus.

Fig. 74.

Cyathocrinus pyriformis

Fig. 75.



Dimerocrinus isodactylus. Silurisches System von England.

Fig. 76.

Cupressocrinus crassus. Eifel.

die Charakteriſtik der einzelnen Geſchlechter und Arten von Enkriniten zu geben, die in den Uebergangsgebilden vorkommen, da man zu dieſem Endzwecke auf die Beſtimmung der einzelnen Glieder und Täfelchen, welche den Kelch und die Krone zuſammenſetzen, eingehen müßte. Die auf der vorigen Seite beigefügten Figuren zeigen einige der charakteriſtiſchſten Formen, wo die Cupreſſokriniten namentlich mit ihrem pyramidaliſchen, maſſiven Kopfe, die Dimerokrinen ihrer verzweigten und befranzten Arme und unbedeutenden Becher wegen auffallen.

Das Reich der Mollusken oder Weichthiere iſt überall in den Schichten der Erde in zahlreicher Menge repräſentirt, aber, wie natürlich, nur durch ſolche Geſchlechter, welche Schalen beſitzen, da die Schalenloſen keine Spuren zurücklaſſen konnten. Im Allgemeinen kann man als Grundſatz aufſtellen, daß alle doppelten Schalen, die durch ein Schloß mit einander verbunden ſind, den kopfloſen Mollusken, den Muſcheln, Acephalen oder Conchiferen angehören; daß alle einfachen Schalen ohne Kammern Gehäuſe von Schnecken, Gaſteropoden, Bauchfüßern ſind und daß endlich alle gekammerten Schalen, innerhalb welcher man einzelne Abtheilungen wahrnimmt, von Cephalopoden, Kopffüßlern oder Dintenfiſchen herrühren. §. 318

Die Acephalen oder Muſchelthiere haben einen zweilappigen Mantel, der den Körper bedeckt, wie die Deckel ein Buch, und der zwei Schalen abſondert, die auf der Rückenlinie des Thieres durch ein mehr oder minder complicirtes Schloß verbunden ſind, deſſen Vorſprünge Zähne genannt werden und deſſen Oeffnung durch ein elaſtiſches Band, die Schließung durch ein, zwei oder mehre innerhalb gelegene Muskeln bedingt wird. Zwiſchen dem Mantel und dem Rumpfe liegen jederſeits ein oder zwei Kiemenblätter, die bei einer Familie, den Brachiopoden, mit dem Mantel ſelbſt verwachſen, bei anderen frei ſind. Der Darm läuft bei den meiſten gerade längs der Rückenlinie vom Munde zum After; die Bauchſeite des Rumpfes iſt fleiſchig und bald zu einem einfachen Muskelfuße, bald zu beſonderen Organen (bei den Armfüßern) entwickelt. Bei vielen iſt das Hintertheil in zwei Röhren ausgezogen, wodurch das Waſſer, das zum Athmen gedient hatte, und der Koth ausgeworfen wurden. Die Stellung, welche die Muſchelthiere im Leben haben, iſt ſehr wichtig für die Geologie; diejenigen, welche Athemröhren beſitzen, ſtecken ſo im Schlamme oder in anderen Gegenſtänden, in welche ſie ſich einbohren, daß die Röhre in geradem Winkel auf der Oberfläche ſteht; mithin ſtehen ſie im Schlamme ſenkrecht, das Maul nach unten, die Oeffnung der Athemröhre nach oben; in ſenkrecht ſtehenden Säulen waagerecht ꝛc. Andere, welche frei kriechen, ſtehen ſenkrecht auf dem Fuße; viele ſind durch ein beſonderes Gewebe, Byſſus genannt, auf anderen Gegenſtänden mit einer beſtimmten Schale feſtgeheftet. §. 319

§. 320. Man hat die Muſcheln, je nach der Gegenwart eines oder zweier Schließmuskeln, deren Eindrücke leicht auf der Innenſeite der Schalen geſehen werden, in zwei große Ordnungen zerfällt, Einmuskelige, Monomyarier, und Zweimuskelige, Dimyarier, eine Eintheilung, die ſchon um deswillen unſtatthaft iſt, als wahrſcheinlich die beiden getrennten Muskeln der Dimyarier in dem Embryonalzuſtande zu einem einzigen vereinigt ſind, die aber dennoch für die Geologie mancherlei Bequemlichkeiten darbietet.

§. 321. Die Monomyarier ſind in den Uebergangsgebirgen im Allgemeinen nur ſehr ſchwach repräſentirt, namentlich fehlt die große Familie der Auſtern, die in ſpäteren Zeiten ſo wichtig werden, darin gänzlich. Die Kammmuſcheln zeigen nur ſehr ſeltene Arten, und das zahlreichſte Geſchlecht, die Aviculaceen, gehören wohl richtiger den Dimyariern an. Die Aviculaceen oder Perlmuttermuſcheln haben nämlich eine gleichſchalige blätterige Muſchel, nach vorn geneigte Schloßbuckeln, gerades, zahnloſes oder nur ſehr ſchwach bezahntes Schloß, mit einem vorderen Ausſchnitt für den Byſſus, und auf der Innenfläche meiſt nur einen größeren Muskeleindruck, indem der vordere Muskel ſo ſchwach iſt, daß er kaum einen merklichen Eindruck hinterläßt. Die wahren Aviculen haben eine ſchiefe Muſchel mit ſpitzen Schloßfortſätzen und einen kleinen Zahn am Schloſſe.

Fig. 77.

Avicula lineata.
Aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

§. 322. Unter den Dimyariern iſt namentlich die Familie der Cardiaceen oder Herzmuſcheln, durch ſehr häufige Arten in den paläozoiſchen Gebilden repräſentirt. Die Muſcheln dieſer Familie ſind gleichſchalig, mit dicken Schalen und ſtarken Muskeleindrücken, das Schloß hat Zähne, der Mantel iſt geſchloſſen und hat nur unten einen Schlitz für den Fuß; die Muſchel ſchließt vollkommen am ganzen Rande, beſitzt aber hinten zwei lange Athemröhren. Die eigentlichen Cardien haben vorſtehende Buckeln, innerlich gefalteten Rand, meiſt Längsfalten; vier Zähne auf jeder Schale, und ſind bald rund und kugelig mit ſtark vorſtehenden krummen Buckeln, bald mehr oder minder abgeplattet und wie abgeſchnitten.

Fig. 78.

Cardium Lyellii.

Fig. 79.

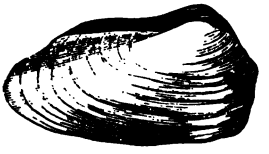
Cardium pectunculoides.

Fig. 80.

Cardium vilmarense.

Alle drei aus dem devoniſchen Kalke der Eifel.

Fig. 81.



Cypricardia impressa, aus den ſiluriſchen Schichten Englands.

Die Cypricardien, welche zu derſelben Familie gehören, haben oblonge, ſehr ungleichſeitige Schalen; das vordere Ende iſt abgeſtutzt; die Schale ſchließt ſich vollkommen oder bleibt nur am hinteren Theile ein wenig offen; das Schloß zeigt 2—3 Hauptzähne und einen hinteren Seitenzahn. Die Muskeleindrücke ſind groß, rund; der Manteleindruck einfach, hinten bedeutend ausgeſchweift.

In der Klaſſe der kopfloſen Mollusken zeichnet ſich vor allen durch §. 323
Häufigkeit der Arten und Geſchlechter die Familie der Brachiopoden aus, die man mit Unrecht früher als eine eigene Klaſſe betrachten wollte. Die Geſchlechter der Armfüßler haben zu allen Epochen der Erdgeſchichte gelebt, ſind aber ſtets mehr und mehr an Zahl gegen die übrigen Muſchelthiere herabgeſunken, ſo daß ſie, die in dem Uebergangsgebirgsmeere die Hauptrolle ſpielten, jetzt nur noch eine unbedeutende Fraction der Muſcheln unſerer Schöpfungsperiode darſtellen. Die Brachiopoden unterſcheiden ſich in mehren weſentlichen Punkten von den übrigen Acephalen, und auch ihre Schalen ſind auf den erſten Blick leicht kenntlich. Die innere Structur dieſer Thiere iſt jetzt, bis auf einige wenige Punkte, ſo ziemlich bekannt. Sie haben keine abgeſonderten blätterigen Kiemen, wie die übrigen kopfloſen Mollusken, ſondern die einfachen Kiemenblätter ſind zu beiden Seiten mit den Mantelblättern verwachſen. Statt eines Herzens kommen deren zwei vor, deren Vorkammern mittelſt großer Oeffnungen mit der Bauchhöhle in Verbindung ſtehen und aus dieſer den Nahrungsſaft aufpumpen. Zu beiden Seiten des Mundes, welcher in einer ſenkrecht auf die Schalenflächen gezogenen Mittellinie liegt, befinden ſich zwei ſpiralig aufgewundene, hohle, elaſtiſche Arme, welche mit langen beweglichen Franzen beſetzt ſind, und zum Oeffnen der Schale und zum Ergreifen der Nahrung dienen. Zur Unterſtützung und Befeſtigung dieſer Arme findet ſich zuweilen im Innern der Muſchel und an die Schalen befeſtigt ein ſehr bedeutendes, ſtarres Gerüſte, welches bei den einzelnen Geſchlechtern und Arten ſehr wechſelt und manchmal auch ganz fehlt. Die Muſcheln der Brachiopoden ſind zweiſchalig und mehr oder weniger ungleich. Meiſt iſt die eine Schale bedeutend größer und gewölbter; ſie iſt mit dem Namen der Rückenſchale belegt worden, die kleinere, flachere hat den Namen der Bauchſchale erhalten. Ein Schloß exiſtirt, aber kein Schloßband; die Muſcheln ſind ſtets angeheftet an Felſen oder andere Gegenſtände unter dem Waſſer und zwar entweder unmittelbar oder mittelſt eines mehr oder weniger langen, fleiſchigen und contractilen Bandes. Die angenommene Nomenclatur der Schalen iſt erweislicher Maßen falſch; der Schloßrand entſpricht auch bei den Brachiopoden, wie bei den übrigen Ace-

phalen, dem Rücken, und die eine Schale iſt demnach die rechte, die andere die linke; allein ſämmtliche Beſchreibungen ſind bis jetzt auf die entgegengeſetzte Anſicht gegründet. Statt eines oder zwei Muskeln im Innern des Thieres zum Schließen der Schalen befinden ſich meiſt mehre darin. Man hat unter den Brachiopoden viele Geſchlechter aufgeſtellt, die meiſt nicht gehörig gerechtfertigt ſind.

Das Genus Pentamerus kommt bis jetzt nur in den ſiluriſchen Formationen vor. Es unterſcheidet ſich durch ſtark eingekrümmte Buckeln, welche undurchbohrt ſind und durch die Gegenwart von Scheidewänden im Innern der Muſchel. Die eine Schale hat nämlich ein längslaufendes, vorſpringendes Blatt, die andere zwei, ſo daß der innere Raum der Muſchel in fünf Längskammern getheilt iſt.

Fig. 82.

Pentamerus Knightii, England, von der Seite.

Fig. 83.

Pentamerus Knightii, England, von den Buckeln aus.

Die Strygocephalen haben einen etwas wellenförmigen Schloßrand, über welchem der Buckel der größeren Schale hervorragt. Hierdurch entſteht ein dreieckiges Schloßfeld, das von einer unregelmäßigen dreieckigen Oeffnung durchbohrt iſt, welche mit zunehmendem Alter der Schale ſich allmählich verengt und gänzlich verſtopft. Im Innern befindet ſich auf der größeren Schale eine dicke Längsſcheidewand, die bis in die Hälfte der Schale reicht. Die hier abgebildete Art (Strygoc. Burtini) iſt ſehr häufig in der Eifel, wo ſie einen beſtimmten Horizont, den Strygocephalenkalk, bildet.

Fig. 84.

Strygocephalus Burtini, von der kleinen Schale aus,

Fig. 85.

von der Seite.

Fig. 86.

Leptaena lata (sarcinulata).

Ein gerader linearer Schloßrand, nahe Buckeln und ein ſehr niederes dreieckiges Schloßfeld ohne Oeffnung ſoll das zweifelhafte Genus der Leptänen charakteriſiren unter denen namentlich Leptaena lata ſehr häufig in den ſiluriſchen Schichten vorkommt.

Fig. 87.

Orthis (Leptaena) lepis. Eifel.

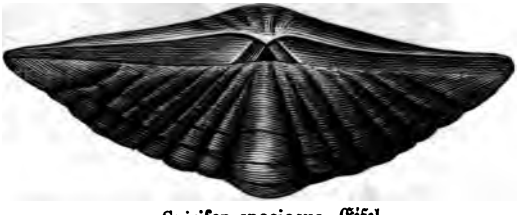
Das Geſchlecht Orthis unterſcheidet ſich beſonders durch die Gegenwart einer dreieckigen Oeffnung in dem Schloßfelde von dem vorigen. Es zählt zahlreiche Arten in den Uebergangsgebilden, und Orthis callactis iſt ebenſo häufig in dem ſiluriſchen Syſteme, als O. lepis im devoniſchen.

Die Spirifer zeigen einen geraden oder wellenförmigen Schloßrand, großes dreieckiges Schloßfeld mit dreieckiger Oeffnung, gebogenen Buckel und im Innern ſpiralförmig gewundene Armgerüſte. Spirifer radiatus ſcheint bezeichnend für die ſiluriſchen Schichten Englands, Sp. speciosus für die devoniſchen Gebilde in ihrer ganzen Ausdehnung.

Fig. 88.

Spirifer radiatus.

Fig. 89.



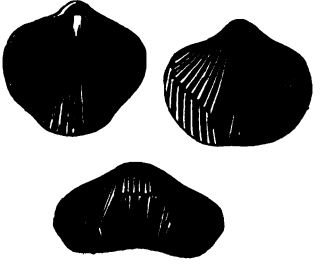
Spirifer speciosus, Eifel.

Das bedeutendſte Geſchlecht an Arten, die faſt in allen Schichten durch ihre Häufigkeit und leicht faßlichen äußeren Charaktere zu vortrefflichen Leitmuſcheln dienen, iſt das Geſchlecht der Terebrateln. Der Schnabel der größeren Klappe iſt bei den Terebrateln durchbohrt, zum Durchlaſſen des Anheftungsbandes, und unter dem Schnabel, zwiſchen ihm und dem Schloßrande, findet ſich ein dreieckiges Feld, das Deltidium, deſſen verſchiedene Charaktere ſehr we-

Fig. 90.

Terebratula ferita.

Fig 91.



Terebratula Wilsoni, Eifel.

Fig. 92.

Fig. 93.

Terebratula crispata. T. imbricata.

sentlich zur Bestimmung der Arten sind. Terebratula ferita ist charakteristisch und besonders häufig in den devonischen Schichten, Tereb. Wilsoni ungemein weit in denselben Schichten verbreitet, während T. crispata und T. imbricata hauptsächlich in silurischen Ablagerungen Englands sich zeigen.

Eine äußerst merkwürdige und sehr leicht kenntliche Versteinerung ist endlich die Calceola sandalina, eine sonderbare Muschel aus einer großen halbkegelförmigen, horizontal gestreiften und einer kleinen, deckelartigen, halbkreisförmigen Schale zusammengesetzt. Sie kommt überall in den devonischen Gebilden vor.

Fig 94. Fig. 95. Fig. 96.

Calceola sandalina aus der Eifel.

Fig. 94 die beiden Schalen von unten in ihrer gegenseitigen Lage. Fig. 95 die große Schale nach abgenommenem Deckel. Fig. 96 die große Schale von oben (Schloßfläche).

§. 324. Die Gasteropoden oder Bauchfüßer, zu welchen unsere Garten- und Wegschnecken gehören, haben eine fleischige Sohle, auf welcher sie kriechen, einen deutlichen Kopf mit zwei oder mehr Fühlhörnern, sind aber sonst sehr verschieden gebaut. Sie athmen bald durch Lungensäcke, bald durch Kiemen, welche öfter bedeckt oder in einer Falte versteckt, zuweilen frei sind. Die meisten besitzen eine gewundene Schale, wenige nur besitzen mehre Stücke oder auch eine nicht gewundene mützenförmige Schale; viele sind durchaus nackt. Die Schalen werden mit dem Wachsthume immer größer und man unterscheidet die Spitze und die offene Mündung oder Basis. Legen sich die Windungen nicht völlig an einander, so wird die Axe des Gehäuses von einer kegelförmigen Höhle, dem Nabel, gebildet, wo nicht, so findet sich eine innere Axe, die Spindel oder Columella, um welche sich die Mündungen drehen. Die Schnecke ist bald rechts, bald links gedreht. Viele haben auf dem Rücken am Hintertheile des Körpers einen Deckel, Operculum, der die Oeffnung des Gehäuses schließt, sobald das Thier sich vollständig in dessen Höhle zurückzieht.

Fig. 97.

Turbo squamiferus. Aus den devoniſchen Kalken der Eifel.

Die Familie der Kreiſelſchnecken hat zwei Fühler, an deren Baſis die Augen auf einem Vorſprunge ſitzen, das Gehäuſe iſt koniſch, thurmförmig; der Randſaum ſelten vollſtändig. Die Arten des Genus Turbo haben eine koniſche Schale mit ganzer abgerundeter Oeffnung, gekrümmter, abgeplatteter Spindel und einem kleinen offenen Nabel. Durch ihre Form und ihre Verzierungen ſind dieſe Schnecken äußerſt kenntlich und meiſt ſehr charakteriſtiſch.

Fig. 98.

Monodonta purpurea. Aus der Eifel.

Fig. 99.

Natica subcostata. Aus der Eifel.

Die Monodonten gehören zu derſelben Familie; ihre Spindel tritt in der Oeffnung nach innen mit einem mehr oder minder ſtarken Zahne vor.

Zu derſelben Familie hat man das Geſchlecht Natica geſtellt; dicke Gehäuſe mit eiförmiger Mündung, ſcharfem, äußerem Rande und ſchwielig umgeſchlagenem Spindelrande, der den Nabel verdeckt; meiſt kurz und die letzte Windung bedeutend über die andere überwiegend.

Fig. 100.

Pleurotomaria Defrancei. Aus der Eifel.

Fig. 101.

Pleurotomaria Lloydii. Aus den fluriſchen Schichten Englands.

Die Pleurotomarien, welche namentlich in den Kohlengebirgen zahlreich werden, haben eine ſtark gewundene, meiſt kegelförmige Schale mit ganzer Oeffnung, die ſchief ſteht, meiſt eiförmig, rund, zuweilen auch eckig iſt; ein mehr oder weniger tiefer Einſchnitt findet ſich am rechten Rande.

Die Euomphalen haben ein ſehr abgeplattetes Gehäuſe, das meiſt ſogar in einer Ebene gewunden iſt, oder ſich nur ſehr wenig erhebt, einen brei-

Fig. 103.

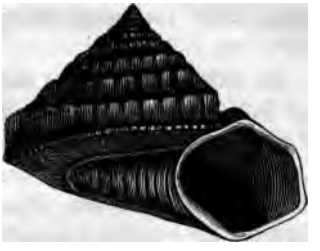
Euomphalus rugosus, charakteriſtiſch für ſiluriſche Schichten.

Fig. 102.

Euomphalus serpula, aus der Eifel.

ten, durchaus glatten, einfachen Nabel, und eine vollſtändige Mundöffnung, deren Rand meiſt ganz und eckig iſt. Man kennt dies Geſchlecht bis jetzt nur in den paläozoiſchen Gebilden, für die es durchaus charakteriſtiſch iſt.

Fig. 104.



Cirrhus Leonhardi. Eifel.

Fig. 105.

Schizostoma radiata. Eifel.

Die Cirrhen unterſcheiden ſich von den Euomphalen nur durch kegelförmige Erhebung des Gehäuſes.

Die Schizoſtomen ſind in einer Ebene aufgerollte Euomphalen mit am oberen äußeren Rande aufgeſchlitzter Mundöffnung.

Fig. 106.

Buccinum arculatum, aus der Eifel.

Fig. 107.

Murchisonia coronata. Eifel.

Das Geſchlecht der Tritonshörner (Buccinum) hat ein ungenabeltes, meiſt koniſches, ſpitzig zulaufendes Gehäuſe; eine gebogene, unverflachte Spindel, die durch einen tiefen Ausſchnitt vom Rippenrande getrennt iſt.

Die Murchiſonien ſind den Uebergangsgebilden durchaus eigenthümlich und charakteriſiren dieſelben vollſtändig. Es ſind längliche, thurmförmige Schnecken, mit ſchiefer, oblonger Oeffnung, die an der Baſis mit einem kurzen, abgeſtutzten Kanal endet. Die Spindel iſt gekrümmt und zwar leicht nach außen gekrümmt. Auf der rechten Seite findet

ſich eine enge Spalte mit parallelen Wänden, deren Schluß auf der Mittellinie der Windungen eine Leiſte oder einen Reifen bedingt.

Fig. 108.

Bellerophon bilobatus. Eifel.

Sehr zweifelhaft iſt die Stellung eines §. 32
dem paläozoiſchen Gebilde durchaus eigenthümlichen Geſchlechtes, der Bellerophonten. Seine Schalen ſind durchaus denjenigen einer Familie unter den Cephalopoden, den Nautilen, ähnlich; ſie ſind aufgerollt wie dieſe, ſo daß die letzte Windung meiſt die vorige deckt; aber ſie haben weder Kammern, noch Sipho; ihre Oeffnung iſt einfach, quer, der Rand gerade, wellenförmig oder eingeſchnitten in der Mitte und ſchneidend.

Fig. 109.

Conularia Gervillei. Aus der Eifel.

Den Pteropoden hat man eine eigen- §. 32
thümliche Gattung foſſiler Schalen zugetheilt, welche nur in den Uebergangsgebilden vorkommen und ihrer kegelförmigen Geſtalt wegen Conularien genannt wurden; ſie ſind meiſt gerade, drei- oder vierſeitig, mit halbgeſchloſſener Mundöffnung, die an der Baſis des Kegels oder der Pyramide ſich findet.

Die Cephalopoden oder Kopffüßler bilden bekanntlich unter den §. 32
Mollusken oder Weichthieren die höchſte Stufe der Organiſation. Sie haben einen beſtimmt abgeſetzten Kopf mit zwei großen, ſeitlich vorragenden Augen, in deſſen Innerem ein mehr oder minder großer Knorpel ſich befindet, der ganz oder theilweiſe das Gehirn einſchließt. Der Mund befindet ſich vorn am Kopfe in der Tiefe eines Trichters, der im Kreiſe von einer mehr oder minder großen Zahl von Armen umſtellt iſt, welche durch Saugnäpfe oder Haken zum Ergreifen und Feſthalten geeignet ſind. Der Eingang in den Mund iſt mit zwei ſtarken, hornigen Kiefern bewaffnet, die einem Papagaienſchnabel nicht unähnlich ſind. Die Eingeweide ſind in einem Sacke eingeſchloſſen, deſſen beutelförmige Geſtalt ſehr nach den verſchiedenen Geſchlechtern wechſelt. Die Kiemen, zwei oder vier an der Zahl, liegen in einem beſonderen Sacke, der mit einem Spritzrohre oder Trichter in Verbindung ſteht, durch welchen das Waſſer, welches zum Athmen gedient hat, gewaltſam hervorgepreßt wird. Dieſer Stoß dient zugleich dem

Fig. 103.

Euomphalus rugosus, charakteriſtiſch für ſiluriſche Schichten.

Fig. 102.

Euomphalus serpula, aus der Eifel.

Fig. 104.

Cirrhus Leonhardi. Eifel.

Fig. 105.

Schizostoma radiata. Eifel.

phalen mit am oberen
geſchlitzter Mundöffnun

Fig. 106.

Fig. 107.

Das

Thiere als bewegende Kraft im Waſſer, wo es ſtets mit dem Bauchſacke nach oben und dem Kopfe nebſt den daran befeſtigten Armen nach unten ſchwimmt. Unter den Eingeweiden iſt namentlich in geologiſcher Hinſicht eine Art Beutel wichtig, der einen ſchwärzlichen Dintenſaft enthält, aus welchem die Sepia bereitet wird, und deſſen Erhaltung in den Foſſilien nicht ſelten iſt.

Nur ſehr wenige jetzt lebende Cephalopoden haben Schalen, die meiſten aber beſitzen innere Knochen, deren Structur ſehr charakteriſtiſch iſt und die auch allein in foſſilem Zuſtande erhalten ſind. Die Betrachtung der Cephalopoden iſt für die Geologie von äußerſter Wichtigkeit, da ſie von den älteſten Schichten bis in die neueſten mit ſehr charakteriſtiſchen und mannichfaltigen Formen ſich fortſetzten, die zur Beſtimmung der einzelnen Formationen mit Erfolg benutzt werden können.

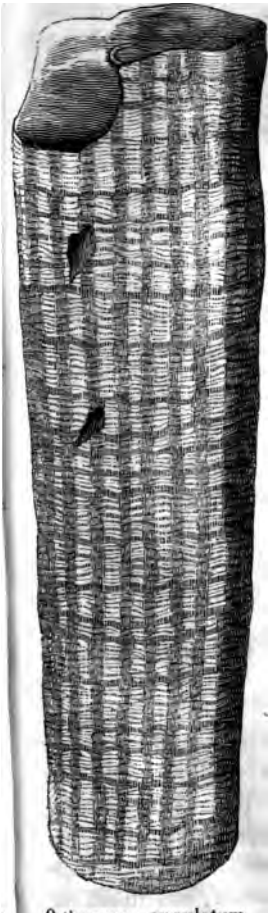
328. Man hat die Cephalopoden in mehre Familien getheilt, wovon nur zwei, die Nautiliden und Ammoniden, in den Uebergangsſchichten repräſentirt ſind. Beide hatten gekammerte Schalen, in deren letzter Kammer ein Thier lebte, welches ohne Zweifel mit dem noch jetzt lebenden Nautilus oder wenigſtens mit der Familie der Nautiliden große Verwandtſchaft hatte. Dieſe gekammerten Schalen zeichnen ſich außerdem noch durch die Exiſtenz einer Röhre aus, welche, von einer Kammer in die andere ſich fortſetzend, die Schale in ihrer ganzen Länge durchſetzt und bald durchbrochen iſt, bald auch eine vollſtändig geſchloſſene Röhre darſtellt, die mit den Kammern in keiner offenen Verbindung ſteht. Dieſe Röhre oder Sipho dient einzig zur Aufnahme eines Bandes, wodurch die Schale feſter an das Thier angeheftet iſt, nicht aber als Communicationsröhre, mittelſt deren Hülfe die in den leeren Kammern enthaltene Luft verdichtet oder verdünnt werden könnte. Die leeren Kammern der Schale dienen dem Thiere gleichſam als Schwimmapparat, wodurch es auf der Oberfläche des Waſſers erhalten wird. Man unterſcheidet an den Cephalopodenſchalen den Rücken oder den äußeren Rand und den Bauch oder den inneren Rand, eine leider ſo allgemein eingeführte Bezeichnung, daß ſie wohl nicht mehr geändert werden kann, wie es doch der Anatomie des lebenden Thieres zufolge geſchehen müßte, da bei dieſem die Bauchſeite dem von den Paläontologen ſogenannten Rücken der Schale entſpricht.

329. Die Orthoceratiten ſind ein zahlreiches Geſchlecht gekammerter Schalen, welche die Geſtalt eines länglichen Kegels haben und zuweilen Mannesdicke beſitzen. Sie beſtehen aus einer Reihe becherförmiger, auf einander geſetzter Kammern, deren Boden ſchwach vertieft iſt, und zeigen

einen meiſt centralen Sipho, der ſich indeß bei vielen Arten mehr oder minder dem Rande nähert.

Die beiden hier abgebildeten Arten ſind charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Schichten. Die Orthoceren im Allgemeinen ſind beſonders häufig in den Uebergangsgebirgen und den Kohlengebilden, werden in der Trias ſelten, und verſchwinden gänzlich nach dem Lias.

Fig. 110.



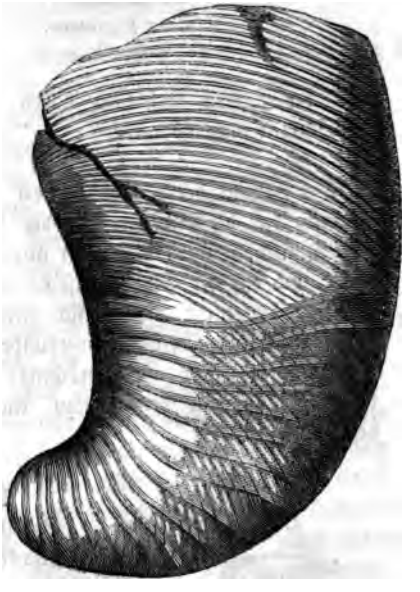
Orthoceras annulatum.

Fig. 111.

Orthoceras attenuatum.

Die Phragmoceratiten, die einzig auf die Uebergangsgebirge beſchränkt ſind, ſtellen kurze koniſche Orthoceratiten vor, deren unteres ſtumpfes Ende hornförmig eingebogen iſt. Die Kammern ſind nicht ſehr zahlreich und ſehr einander genähert.

Fig. 112.



Phragmoceras ventricosum. Siluriſches Syſtem von England.

Die Lituiten ſind ebenfalls gebogene Orthoceratiten, deren eines Ende aber wie ein Biſchofsſtab eingerollt iſt, doch in der Art, daß die Windungen ſich nicht berühren, während das andere in gerader Richtung ſtabförmig ſich

Fig. 113.

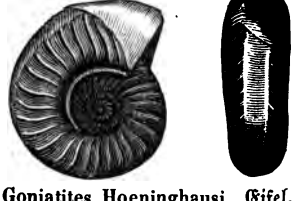
Lituites giganteus.
England.

fortsetzt. Der Sipho ist central, und Arten des Geschlechtes bis jetzt nur in den silurischen Schichten gefunden worden.

Die Nautilen endlich, die sich ununterbrochen von den ältesten Zeiten bis in die lebende Welt fortsetzten, sind gänzlich aufgerollt, so daß die Windungen nicht nur einander berühren, sondern meist auch in der Art über einander greifen, daß die ersten Windungen von den letzten bedeckt sind. Die Nautilen der älteren Schichten haben indeß das Eigenthümliche, daß ihre Windungen nicht übergreifen.

330. Die Familie der Ammoniden unterscheidet sich von den Nautiliden dadurch, daß die Scheidewände der Kammern nicht einfache Curven oder Wellenlinien, sondern mehr oder minder gezackte und gebrochene Linien darstellen und daß der Sipho meist dorsal ist, während er bei den Nautiliden central oder mehr ventral sich befindet. Beide Familien sind mit einander durch die Clymenien verbunden, die einen ventralen Sipho, wie die Nautilen, aber oft gebrochene Scheidewände, wie die Goniatiten, besitzen, und von denen man einige Arten in den Uebergangsgebilden kennt.

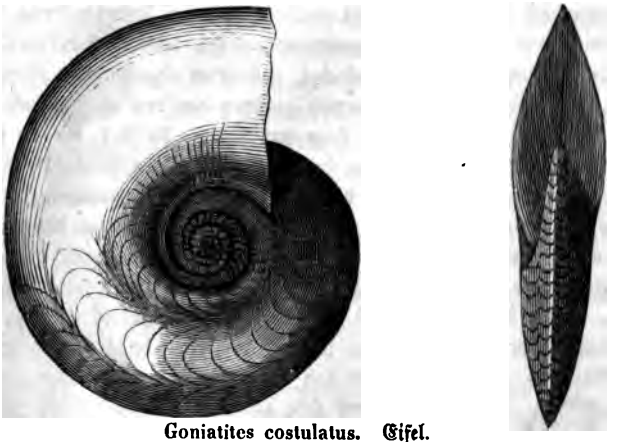
Fig. 114.



Goniatites Hoeninghausi. Eifel.
a. von der Seite. b. von vorn.

Die Goniatiten haben einfache Scheidewände, die nie blätterig ausgezackt sind, aber in zickzackförmigen Wellenlinien zusammenstoßen. Sie haben einen dorsalen Sipho, das einzige Unterscheidungszeichen von den Clymenien, und finden sich in allen alten Gesteinsfolgen bis zum Muschelkalke. Sie sind besonders entwickelt im devonischen Systeme, aus dem wir zwei ausgezeichnete Arten abbilden.

a. Fig. 115. b.



Goniatites costulatus. Eifel.
a. von der Seite. b. von dem Rücken.

Die Gliederthiere ſind in den älteren ſiluriſchen und devoniſchen §. 3
Schichten ausſchließlich durch eine höchſt merkwürdige Familie von Cruſtaceen vertreten, über deren Stellung man lange zweifelhaft war, bis neuere Unterſuchungen ſie endlich in die Abtheilung der Kiemenfüßler, und zwar in die Nähe des bekannten Kiemenfußes, Apus cancriformis, brachten. Die Trilobiten, wie dieſe Cruſtaceen heißen, bilden aber nichts deſtoweniger eine ſcharf abgeſonderte ausgeſtorbene Familie, die zu den übrigen Cruſtaceen etwa in einem ähnlichen Verhältniſſe ſteht, wie die Cephalaspiden zu den Fiſchen.

Bei den Trilobiten iſt der Körper in drei deutlich von einander ge- §. 3
trennte Abſchnitte getheilt, welche man, wie bei den übrigen Gliederthieren, Kopf, Thorax und Hinterleib nennt. Die Schale, welche dieſe Theile bedeckte, war ſehr dünn und meiſt körnig, mit Höckern oder auch mit Stacheln beſetzt; ſie hat ſich nur ſelten erhalten, ſo daß die meiſten uns bekannten Foſſilien nur Abdrücke oder Steinkerne ſind. Der Kopf beſteht aus einem mittleren Buckel, der meiſt durch ſcharfe Einſchnitte von zwei ſeitlichen horizontalen Ausbreitungen, dem Kopfſchilde, abgetrennt iſt. Auf dieſen ſeitlichen Ausbreitungen treten meiſt zwei große, mehr oder minder mondförmige Anſchwellungen hervor, welche zuſammengeſetzte Augen mit glatter Hornhaut waren, in deren Innerem man oft noch zahlreiche Facetten wahrnimmt. Der Rumpf oder Thorax beſteht ebenfalls aus einem mehr oder minder erhabenen Mittelwulſte und zwei ſeitlichen Ausbreitungen; er iſt durch eine beſtimmte Anzahl von queren Einſchnitten in Ringe getheilt, deren Zahl für die einzelnen Arten charakteriſtiſch iſt und zwiſchen 5 bis 20

wechſelt. Aehnliche Ringe, aber weniger deutlich ausgebildet, zeigt der Hinterleib oder das Schwanzſchild, in welchem auch die Unterſcheidung in einen Mittelwulſt und zwei ſeitliche Ausbreitungen ſich allmählich verliert, ſo daß in vielen Gattungen nur ein einfaches, geſtreiftes abgerundetes Schild überbleibt. Die verſchiedenen Verhältniſſe zwiſchen den drei conſtituirenden Körpertheilen, die Zahl der Ringe, Lage der Augen, die Art, wie die ſeitlichen Schilde ausgezackt oder beſtachelt ſind, geben die Charaktere für die Trennung der Gattungen und Arten dieſer jetzt ſchon ſehr zahlreichen Familie ab. Viele Arten haben die Fähigkeit, ſich kugelförmig, etwa wie Aſſeln, zuſammenzurollen, und man hat auch auf dieſe Fähigkeit eine gewiſſe Verwandtſchaft zu den Kelleraſſeln gründen wollen, die aber durchaus oberflächlich iſt, da die Trilobiten höchſt wahrſcheinlich nur äußerſt weiche, häutige Füße hatten, im Waſſer lebten, keine Fühlhörner beſaßen und mithin in allen Dingen den Kiemenfüßlern nahekamen.

Fig. 116.

Trinucleus granulatus.

Unter den ſehr zahlreichen Geſchlechtern führen wir folgende an:

Trinucleus, mit halbkreisförmigem Kopfſchilde, deſſen warzig punktirter Rand jederſeits in einen hinteren Stachel ausläuft; ohne Augen, mit ſechs Körperringen und halbkreisförmigem Hinterleibe. Charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Gebilde.

Fig. 117 und 118.

Calymene Blumenbachii. Siluriſch.

Ebenſo charakteriſtiſch für die ſiluriſchen Schichten iſt das Geſchlecht der Homalonotus; ſehr große Trilobiten mit faſt gleichförmigem Kopf- und Schwanzſchilde von hyperboliſcher Geſtalt, relativ kleinen Augen und dreizehn Rumpfgliedern. Der Rücken dieſer Thiere, die in den ſiluriſchen Schichten wimmelten, iſt weit flacher, als bei den übrigen Trilobiten; ſie kugelten ſich nicht zuſammen.

Die Calymenen haben ein ſtark gewölbtes halbmondförmiges Kopfſchild mit aufgeworfenem Rande, hochgewölbtem Buckel, kleine, aber ſtark vorragende Augen, deren Stellung zum Kopfſchilde je nach den Arten wechſelt, dreizehn Rumpfringe mit hochgewölbter Axe, ſchmalem, abgerundetem Schwanzſchilde, das beim Einrollen vom Kopfſchilde überdeckt wird. Der Panzer war mit Körnern und Warzen beſetzt.

Auch die Calymenen ſind hauptſächlich ſiluriſch, und die eine der hier abgebildeten Arten iſt bis jetzt faſt in allen Welttheilen gefunden worden.

Fig. 119.

Phacops Downingiae. Aus den ſiluriſchen Schichten von England.

Die Gattung Phacops unterſcheidet ſich von den Calymenen durch ſehr große gewölbte Augen und eilf Rumpfringe.

Einen eigenthümlichen Typus ſtellt die Gattung Brontes dar, an welcher ſtets die Kopfſchilder fehlen und nur der Kopfbuckel mit den großen gewölbten Augen vorhanden iſt; das Schwanzſchild iſt halbkreisförmig ungetheilt, mit radialen Furchen beſetzt; der Rumpf aus zehn ſehr kurzen Ringen zuſammengeſetzt.

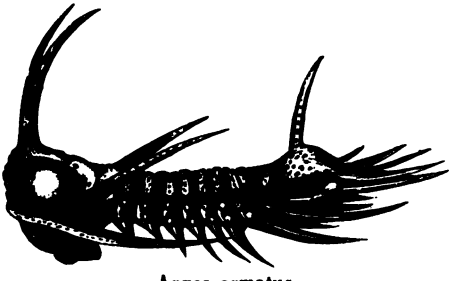
Charakteriſtiſch für die devoniſchen Kalkſteine der Eifel.

Fig. 120.

Brontes flabellifer.

Sehr bizarr endlich iſt die bis jetzt nur im Uebergangskalke der Eifel angetroffene geſtachelte Trilobitenart, die Goldfuß Arges armatus nennt. Der rundliche Kopf iſt hochgewölbt, die Seitentheile kuglich, das Kopfſchild in einen großen platten, nach hinten ſich erſtreckenden Stachel umgewandelt; die Augen ſind nicht erkennbar, der Rumpf achtgliederig, das Schwanzſchild groß mit ungegliederter Axe. Alle Ringe laufen ſeitlich in Stacheln aus; das Schwanzſchild iſt mit gekrümmten, nach hinten ſtrahlenden Stacheln beſetzt; zwei große gekrümmte Stacheln ſtehen auf der Stirn, ein dritter kleinerer auf dem Schwanzſchilde.

Fig. 121.



Arges armatus.

Die einzigen Wirbelthiere, welche in den Uebergangsformationen §. 33
ſich finden, ſind Fiſche, und zwar Fiſche von höchſt eigenthümlichen Formen, die erſt neuerdings genauer bekannt geworden ſind. In den ſiluriſchen Schichten finden ſich deren nur in den höheren Ludlowſchiefern, und eine wirkliche Wirbelthierfauna tritt erſt in dem devoniſchen Syſteme auf. In den ſiluriſchen Schichten finden ſich nur einige Zähne, deren Stellung noch nicht hat beſtimmt werden können, und Strahlen von Floſſen, ſogenannte Ichthyodorulithen, deren Häufigkeit auf eine große Zahl von Knorpelfiſchen ſchließen läßt, welche in dieſer Epoche lebten, und in deren Floſſen

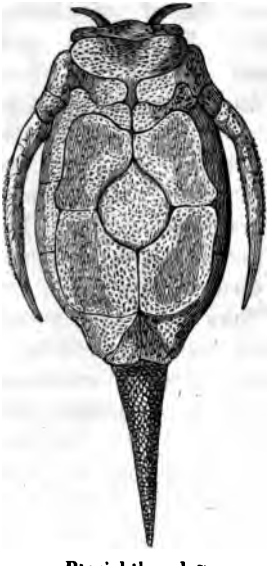
ſolche harte Strahlen ſich fanden. Auch in den devoniſchen Schichten finden wir ſolche Ichthyodorulithen, ſowie Zähne aus der Familie der Ceſtracionten, einer eigenthümlichen Familie von Haifiſchen, die ſtatt großer Reißzähne platte Mahlzähne zum Zermalmen ihrer hauptſächlich aus Schalthieren beſtehenden Nahrung beſitzen und in deren Floſſen ebenfalls je ein harter Strahl ſich befindet.

334. Eine außerordentlich merkwürdige und ganz auf das devoniſche Syſtem beſchränkte Familie iſt die der Cephalaspiden, aus welcher wir hier zwei Repräſentanten, den Cephalaspis Lyellii (Fig. 122) und den Pterichthys latus (Fig. 123) abbilden. Dieſe Fiſche hatten wahrſcheinlich ein großentheils knorpeliges inneres Skelett; ſtatt einer Wirbelſäule beſaßen ſie, wie die Embryonen anderer Fiſche und wie die Neunaugen, einen knorpeligen Gallertſtrang, auf welchem das Rückenmark auflag. Sie waren ganz oder theilweiſe mit harten, knöchernen Platten gepanzert, die zuweilen zu einem einzigen Panzer ſich zuſammenfügten. Je nach den verſchiedenen Geſchlechtern war dieſer Panzer mehr oder minder vollſtändig. Das Maul lag meiſtens unter dem Kopfe, wie bei den Stören, die Floſſen waren ſehr unvollſtändig und bei einigen Geſchlechtern kaum als Floſſen entwickelt. Die Cephalaspiden treten ihrer Geſtalt nach noch am nächſten an die welsartigen Fiſche, beſonders an die gepanzerten Welſe der ſüdlichen Continente heran; die Pterichthyden wurden lange Zeit, ehe man ihren beſchuppten Schwanz entdeckte, für Käfer oder Schildkröten gehalten. Statt Bruſtfloſſen beſitzen ſie nämlich zwei ſteife, ſäbelförmig gekrümmte Anhängſel ohne Floſſenſtrahlen.

Fig. 122.

Cephalaspis Lyellii.
Devoniſches Syſtem.

Fig. 123.



Pterichthys latus.
Aus Schottland.

Eine nicht minder interessante Familie bilden die Akanthodier, kleine Fische mit außerordentlich kleinen emaillirten rhomboidalen Knochenschüppchen, die wie Chagrin aussehen, aber sonst mit wohlentwickelten Flossen, und in ihrer Gestalt von den gewöhnlichen Knochenfischen nicht abweichend. Eine andere Familie, die der dipterischen Sauroiden, hatte größere rhomboidale emaillirte Schuppen, doppelte Rücken- und Afterflossen und kleine kegelförmige Fangzähne. §. 33

Außer diesen kleineren Fischen lebten aber auch eine Menge größerer, ja sogar riesenhafter Fische aus der Familie der Coelakanthen, die mit harten, emaillirten Knochenschuppen bedeckt waren, welche dachziegelförmig über einander lagen, und deren Rachen mit großen, kegelförmigen Zähnen besetzt war, die zum Theil eine höchst eigenthümliche Structur besaßen. §. 33

Um einen Begriff von der Größe dieser Seeungeheuer zu geben, genügt es zu bemerken, daß einige derselben, die Asterolepen und Bothriolepen, nach den in Rußland gefundenen Knochen zum Theil vielleicht 20 bis 30 Fuß Länge besaßen.

Alle in den älteren Schichten aufgefundenen Fische gehören nur zwei großen Gruppen, den Knorpelfischen oder den Schmelzschuppern, Ganoiden, an, und die letzteren haben sämmtlich eine heterocerke Schwanzflosse, d. h. die Wirbelsäule oder der sie ersetzende Gallertstrang setzt sich bis an das obere Ende der Schwanzflosse fort, indem er sich in die Höhe krümmt, und die Schwanzflossenstrahlen sind nur an der unteren Fläche dieser Fortsetzung der Wirbelsäule aufgesetzt, während bei den homocerken Fischen die Wirbelsäule in der Mitte der Schwanzflosse endigt, und die Flossenstrahlen oben und unten aufsitzen. §. 33

4. Das Steinkohlensystem.

(Terrain houiller; Carboniferous system.)

Fig. 124.

Schichtenfolge des Kohlengebirges in England.

a. Devonische Sandsteine (Oldred sandstone). *b.* Kohlenkalk (Mountain limestone). *c.* Flötzleerer Sandstein (Millstone grit). *d.* Untere Kohle mit Eisennieren (Lower coal and ironstone). *e.* Mittlere Kohle (Main coal). *f.* Obere Kohle mit Süßwasserkalk (Upper coal and freshwater limestone). *g* Rothes Todtliegendes (New red Sandstone).

Die Schichten dieser Gruppe gehören zu den wichtigsten für den praktischen Geologen, da sie allein die ächte Steinkohle enthalten, auf deren §. 33

Daſein heutzutage großen Theils die Induſtrie und der Reichthum eines Landes beruhen. Man unterſcheidet in dieſem Syſteme zwei ſehr weſentlich von einander getrennte Gruppen, den Kohlenkalk (Calcaire carboniſère; Mountain limestone, Bergkalk) und den Kohlenſandſtein (Grès houiller; Carboniferous grit), welcher die Steinkohlenlager enthält. Erſterer iſt offenbar eine Meeresbildung; man findet in ihm Verſteinerungen von Seethieren in großer Menge, aber keine Kohle; letzterer hat ſich theilweiſe in ſumpfigen Moräſten und ſeichten Becken gebildet und ſchließt keine Seethiere, dagegen Pflanzenabdrücke in großer Menge und eigentliche Steinkohle ein, welche in beſtimmten, abgeſonderten, für ſich beſtehenden Schichten abgelagert iſt und offenbar ihre Entſtehung einer beſonderen Umwandlung vegetabiliſcher Körper verdankt. Da überall, in allen Formationen, ſowohl Meeresbildungen als Süßwaſſerbildungen vorkommen, erſtere aber ſtets die Ueberhand behalten, und die Süßwaſſerbildungen nur als locale Ausnahmen gelten können, ſo werden wir die Lagerung der Schichten im Allgemeinen nach den Meeresformationen angeben und als Normaltypus die Schichtenfolge Englands annehmen, wo gerade die Meeresbildungen eine ausnehmende Entwickelung in dieſem Syſteme erlangt haben.

1. Die Kohlenformation in England.

339. Eines der bedeutendſten Kohlenbecken befindet ſich im Süden von Wales, in Caermarthenſhire. Es bildet eine längliche, von Oſt nach Weſt gerichtete Ellipſe, deſſen nördliche Grenze überall durch die tieferen Schichten des devoniſchen Syſtemes genau bezeichnet iſt, während die ſüdliche Grenze durch den Briſtolkanal unterbrochen und vielfach zerſtört iſt. Es iſt am breiteſten in ſeinem öſtlichen Ende, wo es zweiundzwanzig engliſche Meilen Durchmeſſer hat. Im ganzen Umkreiſe des Beckens ſieht man den Kohlenkalk, der in unmittelbarer Nähe des alten rothen Sandſteines eine ſchalenförmige Schieferſtructur zeigt, dann compact wird und nach oben durch allmähliche Uebergänge in den flötzleeren Sandſtein oder Millstone grit übergeht, der jedoch nicht ſehr mächtig iſt und bald in abwechſelnde Lager von Thonſchiefer und feinkörnigem Sandſtein mit untermengten Kohlenlagern ſich umwandelt. Die Kohlenflötze ſelbſt ſind höchſtens 9 Fuß dick; die Kohlen meiſt von ausgezeichneter Güte, und man hat im Ganzen genommen 95 Fuß bauwürdige Kohlen. Ueber den Kohlenſchichten kommen meiſt noch einige Lager feinkörniger Sandſteine vor, zwiſchen welchen zuweilen einzelne Bänke eines rauhen poröſen Kalkſteines eingeſchoben ſind, der alle Charaktere eines ächten Süßwaſſerkalkes an ſich trägt und in welchem auch wirklich kleine Krebſe und Süßwaſſermuſcheln gefunden werden.

Das Kohlenbecken von Wales, als dessen äußerste, durch den devoni- §. 340
schen Sandstein abgetrennte Theile die kleineren Becken von Bristol ꝛc. betrachtet werden müssen, ist durch eine weite Ausdehnung von devonischen Gebilden, sowie durch bunten Sandstein von einem weiten Striche der Kohlenformation getrennt, welcher etwa von Süd nach Nord orientirt, von Nottingham bis gen Derby sich hinzieht. Die Schichten dieser größten bekannten Kohlenformation fallen im Allgemeinen nach Osten ein, so daß man auf einem Querdurchschnitte von West nach Ost successiv die ganzen Systeme von dem Kohlenkalke bis zu dem Jura durchschreitet.

In Derbyshire und Yorkshire, dem südlichsten Theile dieser Kohlenformation, bei Sheffield, Nottingham und Mancheſter findet sich in der Mitte der Kohlenkalk mächtig in domartig gewölbten Schichten entwickelt, auf welchem ringsum der flötzleere Sandstein aufliegt. Meist ist dieser in seinen unteren Lagen mit Bänken von Thoneisenstein und schwarzen Thonschiefern untermischt, während er oben einen rauhen Sandstein darstellt. Je weiter nach Norden man diese beiden Abtheilungen verfolgt, desto mächtiger wird der Kalkstein, der zuweilen bedeutende Höhlen enthält, und während zugleich der Millstone grit sich in seiner ursprünglichen Dicke erhält, werden die eigentlichen Kohlenschichten ganz von der Oberfläche verdrängt und das Becken im Norden von Leeds gänzlich von seiner Fortsetzung in der Nähe von Newcastle abgeschnitten. In dem ganzen Zwischenraume zwischen Leeds und dem Becken von Newcastle ruht der Zechstein des permischen Systemes unmittelbar auf dem flötzleeren Sandsteine.

In dem ganzen südlichen Theile, sowie in dem Becken von Wales, finden sich sehr viele mächtige Eisennierenlager zwischen den Kohlenschichten eingestreut, während im nördlichen Theile, bei Newcastle, die Eisennieren von keiner Bedeutung sind. Das ganze Becken ist von vielfachen Verwerfungen durchzogen, die aber meist in zwei großen Richtungen streichen, von Ost nach West und von Süd nach Nord, so daß gleichsam mehr oder minder quadratische Felder dadurch gebildet werden. Man hat in Folge dieser Verwerfungen dieses Becken oft nicht mit Unrecht einer Masse von Eis verglichen, das durch einen Eisgang gebrochen und verschoben und dann wieder durch neuen Frost vereinigt ist.

Die große Kohlenformation zwischen dem Bristolkanal einerseits und §. 341
der Tweed andererseits, deren constituirende Glieder wir so eben beschrieben haben, zeigen eine merkwürdige successive Veränderung in ihrem Verhalten. Der Thonschiefer wird allmählich kalkhaltig und wandelt sich nach und nach in eine mächtige Masse eines eigenthümlichen plattenförmigen Kalksteines um. Der flötzleere Sandstein ebenfalls wird, je mehr er an Mächtigkeit zunimmt, um so zusammengesetzter; er enthält Kohlenflötze und bald schieben sich in seine untere Parthie solche Kohlenflötze mit Schiefern und Kalksteinen ein,

ſo daß es faſt ſcheint, als läge das Flötz von Newcaſtle in weit tieferen Schichten, in den Tiefen des Millstone grit, während die ſüdlicheren Kohlen über demſelben ſich finden.

2. Marine Steinkohlenbecken auf dem Continente.

(Siehe Fig. 35. Karte des Pariſer Tertiärbeckens.)

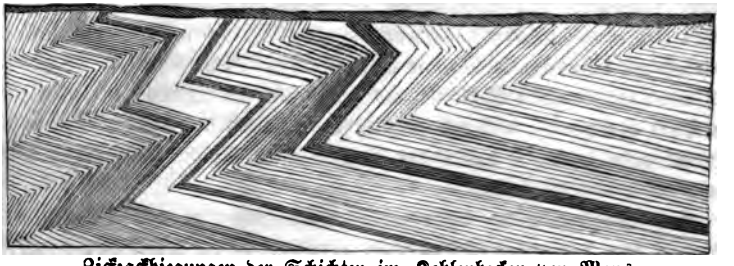
342. Diejenigen Steinkohlenablagerungen des Continentes, welche offenbar längs den ſeichten Ufern der alten Meere ſich bildeten, zeichnen ſich, wie die engliſchen, allgemein durch Entwickelung des Kohlenkalkes mit ſeinen vielen Reſten von Seethieren aus, während in den Binnenmulden dieſes Terrain des Kalkes durchaus fehlt. Es iſt natürlich, daß dieſe Becken weit bedeutendere Ausdehnung beſitzen, als die Binnenmulden, deren Grenzen weit beſchränkter ſind, und man kann daher mit weit mehr Hoffnung die Nachſuchung auf Steinkohlen in der Fortſetzung der Streichungslinien dieſer marinen Ablagerungen beginnen, als in derjenigen der Binnenmulden.

343. Die bedeutendſte Ablagerung dieſer Art auf dem Continente iſt das belgiſche Becken, welches auf dem Nordrande der Ardennen auf einer etwas gekrümmten Linie zu Tage geht, die ſich von Aachen aus über Lüttich, Namur, Charleroi und Valenciennes hinzieht. Die Ablagerung lehnt ſich im Süden auf die älteren Geſteine der Ardennen und des rheiniſchen Schiefergebirges; ſie wird im Norden von der belgiſchen Kreide und den Tertiärablagerungen deſſelben Landes, im Weſten von den tertiären Schichten des Pariſer Beckens, der Kreide, und weiterhin von den juraſſiſchen Schichten überdeckt und auf dem ganzen Gebiete ſo von dieſen neueren Gebilden verhüllt, daß mehr oder minder tiefe Schachte durch die Kreide gegraben werden müſſen, um zu den eigentlichen Kohlenlagern zu gelangen. Dieſe mögen vielleicht, nächſt denjenigen von Wales, die reichſten Schichten der Welt ſein, und von ihnen allein hängt die ſo reichblühende Induſtrie Belgiens ab. Die Schichten des eigentlichen Kohlenſyſtemes gehen hauptſächlich längs des Laufes der Maas und der Sambre zu Tage.

Der Kohlenkalk dieſes Beckens iſt meiſt blau oder ſchwärzlich, bietet zuweilen beim Bruche einen ſtinkenden Geruch und zeigt häufig Adern von weißem Kalkſpath. Er iſt meiſtens compact, körnig und wird oft als Marmor ausgebeutet, der ſchwarz mit weißen Flecken iſt, welche Flecken Durchſchnitte von Foſſilien, namentlich von Enkrinitenſtielen darſtellen. Zuweilen enthält der Marmor Dolomite.

Die kohlenführenden Schichten, welche auf dieſem Marmor liegen und §. 34.
oft die ſeltſamſten Biegungen zeigen (Fig. 125), beſtehen hauptſächlich aus

Fig. 125.



Zickzackbiegungen der Schichten im Kohlenbecken von Mons.

ſchieferigem Thon, aus feſteren Thonſchiefern, aus Sandſteinen. Der Schieferthon iſt feinkörnig, weich, von erdigem, mattem Bruche, grauer oder ſchwarzer Farbe, und im Innern der Gruben oft von großer Feſtigkeit. Sehr oft finden ſich Glimmerblättchen in ſeiner Maſſe. Dieſe Thonſchiefer gehen hie und da in den Sandſtein über, der meiſt aus feinen Quarzkörnern beſteht, die durch wenig Mörtel zuſammengehalten ſind, und meiſt eine dunkelgraue Farbe hat. Conglomerate oder grobkörnige Sandſteine ſind ſelten. Lager von Eiſennieren finden ſich häufig zwiſchen den Thonſchiefern; noch öfter aber Eiſen- und Schwefelkieſe. Trotz der großen Menge von Verwerfungen und Einknickungen, die im Allgemeinen die Steinkohlenflötze betroffen haben, iſt doch die Schichtung eine ungemein regelmäßige, namentlich wenn man ſie derjenigen der Binnenmulden gegenüber hält. Die Schichten und Lager von Kohle, Schiefer und Sandſteinen behalten ihre Dicke auf weite Strecken bei, die einzelnen mineralogiſchen Modificationen bilden ſehr weit verfolgbare Zonen, und die abwechſelnden Aufblähungen oder Compreſſionen der Kohlenſchichten, welche den Abbau der Binnenmulden meiſt ſo unregelmäßig machen, ſind hier nur ſelten zu ſehen. Die Kohlenſchichten ſind ſehr zahlreich, aber von geringer Mächtigkeit. Das große Lager von Anzin hat nur einen Meter Dicke. Die Steinkohlen ſind um ſo fetter, je näher der Oberfläche ſie ſich finden, ſie werden magerer und ſchließen ſich hinſichtlich ihrer Natur mehr dem Anthracit an, je tiefer in der Reihe ſie liegen.

In der Nähe von Aachen, an dem nördlichen Ausgangspunkte dieſes §. 345
großen Kohlenſtreifens, liegen zwei Gruppen von Kohlenſchichten, die bei Eſchweiler und Rolduc ausgebeutet werden; erſteres kleine Becken gehört noch ganz zu Deutſchland, das letztere nur theilweiſe. Die Ausbeute iſt ſehr bedeutend; die Steinkohle, wenn auch nicht ſehr fett, doch von trefflicher Qualität und leicht verführbar. Belgien beſitzt die Hauptausdehnung des

Beckens; namentlich in der Umgegend von Lüttich wird die Kohle so fett, daß man sie zu gewöhnlichem Gebrauche mit Lehm mischen und kneten muß; man zählt dort etwa sechszig Schichten, von denen mehr als die Hälfte bauwürdig ist, während bei Eschweiler von sechsundvierzig Kohlenflötzen nur etwa funfzehn ausgebeutet werden. Nicht minder reich sind die Gruben von Charleroi bei Namur und von Mons; letztere senken sich allmählich unter die jüngeren Schichten des nördlichen Frankreichs, die allmählich an Dicke zunehmen, während zugleich das Niveau des Kohlensystemes sich immer mehr senkt, so daß es bei Anzin 80, bei Aniche 120 Meter unter der Bodenfläche sich findet.

§. 346. Eine Fortsetzung der bedeutenden Kohlenformation von Belgien wird offenbar von denjenigen Lagerstätten gebildet, welche längs des Ufers der Ruhr zwischen Westphalen und dem Rothhaargebirge sich hinzieht. (Siehe Fig. 62. Karte des rheinischen Uebergangsgebirges.) Die Kohlenformation ist hier aus drei verschiedenen Gliedern zusammengesetzt, dem Kohlenkalkstein, dem flötzleeren Sandstein (Millstone grit) und den Steinkohlengebilden selbst.

Der Kohlenkalk bildet eine schmale lange Bande, die, der Ruhr etwa parallel laufend, von der Nähe von Düsseldorf an bis gen Stadtberg an der Diemel sich erstreckt und namentlich in der Nähe von Arensberg bedeutender entwickelt ist. Der Kohlenkalk liegt unmittelbar auf den Schichten der devonischen Kalke auf, welche den Nordrand der Grauwackengebilde einnehmen. Er enthält hie und da Nieren von Thoneisenstein, ist meist schieferig, plattenförmig und wechselt zuweilen mit Schichten von Thonschiefer, Alaunschiefer und Kieselschiefer ab. Auf diesen Kalken liegen mächtige Lager von graulichen Sandsteinen, die sehr feinkörnig erscheinen, meist zu Bausteinen benutzt werden können, zuweilen aber sehr weich und thonig werden, und die offenbar dem Millstone grit der Engländer entsprechen. Der Name »flötzleerer Sandstein« für diese Gebilde der Steinkohlenformation ist durchaus bezeichnend gewählt. Namentlich im Osten gewinnen diese Sandsteine eine bedeutende Mächtigkeit, sie verdrängen allmählich die kohlenführenden Gesteine durchaus, so daß an dem ganzen Südrande der westphälischen Kreide von Frömern aus östlich die Steinkohlengebilde nicht mehr vorkommen und der flötzleere Sandstein unmittelbar von den Kreidemergeln überdeckt wird.

§. 347. Die Steinkohlengebilde entwickeln sich auf beiden Seiten der Ruhr von Herdicke an und scheinen durch mehre von Südwest nach Nordost streichende Ausläufer des flötzleeren Sandsteines in einzelne Becken zerfällt zu sein, welche durch die Ruhr durchschnitten werden und in welchen auch die Schichten muldenförmig abgelagert sind. Die Steinkohlenflötze, welche an den Ufern der Ruhr ausgebeutet werden, finden sich hauptsächlich zwischen Thonschiefern abgelagert, die schwärzlichgraue bis pechschwarze Farbe haben, meist

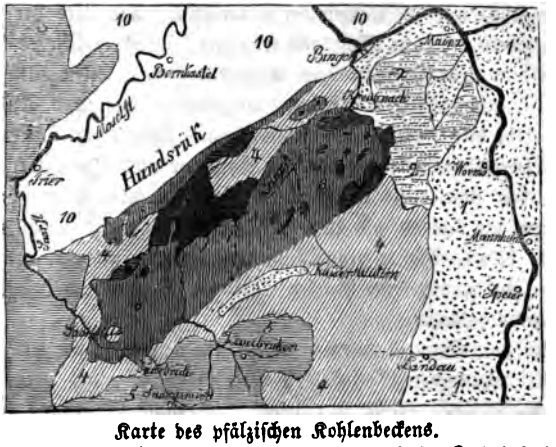
ein ſpalten und eine bedeutende Menge von Pflanzenabdrücken enthal- dazwiſchen kommen mehr oder minder mächtige Schichten feinkörniger, blaugrauer Sandſteine vor, die zuweilen in ſehr grobe Conglomerate ehen. Man baut meiſtens nur Kohlenſchichten, deren Mächtigkeit oll überſteigt, und hat in manchen Schachten mehr als ſechszig Lager den, von denen aber nur wenige bauwürdig erſchienen. Verwerfungen nicht ſehr häufig, nur in der Gegend von Werden, wo ſich beſon- Mulden bilden, findet man ſie öfter. Die Ruhrkohlen ſind einer der igſten Hebel der Induſtrie in den preußiſchen Rheinlanden; ſie ſind ortrefflicher Qualität, und die Fabriken von Düſſeldorf und Elberfeld ken der Nähe und leichten Herbeiſchaffung dieſes Brennſtoffes haupt- h ihren bedeutenden Aufſchwung.

3. Binnenmulden.

lle Kohlenbecken im Innern des europäiſchen Continentes ſcheinen §. 348
oder weniger dieſer Form anzugehören, und zeichnen ſich dieſe Ablage- n namentlich dadurch von den anderen Kohlenbecken aus, daß der nkalk mit ſeinen zahlreichen Foſſilien, die offenbar der See angehörten, ich fehlt und nur Sandſteine, Thonſchiefer und Conglomerate in die- Mulden als Begleiter der Steinkohlenflötze vorkommen.

Das bedeutendſte dieſer Becken in Deutſchland iſt das pfälziſche §. 349
lenbecken (Fig. 126), das ſich zwiſchen Saarbrück und Kreuznach

Fig. 126.



Karte des pfälziſchen Kohlenbeckens.

ie angewandten Bezeichnungen ſind die nämlichen, wie in der Karte des rheiniſchen Uebergangsgebirges.

lufgeſchwemmtes Land. 2. Tertiärbecken von Mainz. 4. Vogeſenſandſtein. Trias. 6. Steinkohlengebirge. 10. Siluriſches Syſtem. 11. Vulcaniſche Gebilde.

in einer Länge von etwa fünfundzwanzig Stunden auf vier bis sieben Stunden Breite am südlichen Fuße des Hundsrück hinzieht. Die Hauptrichtung des länglichen Beckens geht von Südwest nach Nordost. Die Schichten, welche die ganze Mulde zusammensetzen und einerseits auf den Uebergangsschichten des Hundsrück in abweichender Schichtung ruhen, andererseits von dem Vogesensandstein überdeckt werden, scheinen eine bedeutende Mächtigkeit zu erlangen (Fig. 127), die untersten scheinen sogar noch nicht bekannt zu

Fig. 127.

Idealer Durchschnitt des pfälzischen Kohlenbeckens.
K. Kohlengebirge. *V.* Vogesensandstein. *A.* Alluvionen.

sein. Man findet häufige Abwechselungen von meist schieferigem Kohlensandstein, Puddingen, Conglomeraten und Schieferthonen, zwischen welchen nur hie und da Steinkohle eingestreut ist. Zahlreiche Durchbrüche vulcanischer Gesteine, namentlich von Porphyren und Melaphyren, haben die Schichten in einigen Gegenden sehr verworfen. Im Allgemeinen ist das Becken arm an Steinkohlen, und trotz seiner großen Ausdehnung finden sich nur zwei beschränktere Gegenden, wo die Kohle ausgebeutet werden kann; im Norden an den Ufern des kleinen Flüßchens Glan, das sich in die Nahe ergießt, und im Süden bei Saarbrück. Am Ufer der Glan finden sich nur wenige dünne Schichten trockener, schlechter Steinkohle, die in schmutzig gelbem oder schwärzlichem Kalkstein eingeschlossen sind und meist nur zum Brennen dieses Kalksteines ausgebeutet werden. Außer diesem Kalksteine besteht dies Gebirge hauptsächlich aus schieferigen Thonen und bituminösen Mergelschiefern, die zuweilen Zinnober und Quecksilber enthalten, und in welchen man viele Fischabdrücke (bei Münster-Appel) entdeckt hat. Das Bebauen der Kohlen am Ufer der Glan ist äußerst mühsam; es geschieht durch kleine Stollen und Kammern, die so niedrig sind, daß die Bergleute beständig auf dem Rücken oder der Seite liegen müssen; — es heißt die Krummhalsarbeit.

§. 350. Die Ufer der Saar sind weit besser bedacht und zeigen einen außerordentlichen Reichthum von Steinkohlen vortrefflicher Qualität, für deren bequeme und wohlfeile Ausfuhr nur leider noch nicht so gesorgt ist, als es wünschbar wäre. Man kennt nicht weniger als 103 bauwürdige Flötze, von einem bis zehn Fuß Durchmesser, von denen jedoch nur 30 ausgebeutet werden. Die Hauptschichte, Blücher genannt, hat 13 Fuß Mächtigkeit, und kann von Saarbrück bis Neunkirchen fast ununterbrochen verfolgt

verden. Die Hauptmaſſe des Kohlengebirges wird von einem rothen Sand-
teine gebildet, der mit Schieferthonen und Bitterkalken wechſelt, viele Pflan-
zen- und Fiſchabdrücke enthält und auch zuweilen Lager von Thoneiſenſtein
n Nieren einſchließt. Letzterer iſt indeß noch weit häufiger in den unteren
Schichten des Beckens, wo beſonders Schieferthone vorkommen, und bei Le-
bach namentlich ſpeiſen dieſe Lager von Eiſennieren einige Hochöfen und
ilden zuweilen ſelbſt förmliche continuirliche Schichten. Auch Alaunſchiefer
verden an einigen Gegenden, bei Sultbach und Duttweiler, zwiſchen dieſen
Schieferthonen ausgebeutet. Die in dieſen ſchieferigen Geſteinen oft in gro-
ier Menge entwickelten Eiſen- und Schwefelkieſe geben zuweilen Gelegenheit
u Zerſetzungen, welche Brände herbeiführen, wovon ſich bei Duttweiler ein
Beiſpiel findet.

Ein ziemlich bedeutendes Becken iſt das niederſchleſiſche, deſſen reichſte §. 351.
Schichten beſonders in der Umgegend von Waldenburg entwickelt ſind, und
n deſſen Ausbreitungen Schleſien, die Grafſchaft Glatz und Böhmen An-
heil nehmen. Die Kohlenſchichten kommen überall auf dem Umkreiſe des
Beckens zu Tage, wo ſie auf den Gneißen, Glimmerſchiefern und Ueber-
gangsgebilden des Rieſengebirges und Eulengebirges aufruhen, während im
Innern ſie durch rothen Sandſtein und tertiäre Gebilde überdeckt ſind.
Mannichfaltige Durchbrüche von Porphyren, Baſalten und anderen vulca-
niſchen Geſteinen haben die Lagerung gebrochen und geſtört. Vorherrſchend
ind im Steinkohlengebilde ſelbſt Sandſteine und Conglomerate von Kieſel-
naſſen, deren Bindemittel ein Eiſenthon iſt. Der feinkörnige Sandſtein iſt
neiſt hellgelb, zuweilen ſelbſt weiß, öfter gefleckt oder geſtreift. Außerdem
indet ſich viel Schieferthon, bläulich oder aſchgrau mit glänzenden Glimmer-
blättchen. Im Allgemeinen ſind im waldenburgiſchen Kohlengebirge Eiſen-
heile ſelten, und es iſt im ganzen Reviere kein einziges bauwürdiges Flötz
von Eiſennieren bekannt.

Die Kohle iſt meiſt vortrefflich, aber nur in dünnen Schichten abge-
agert, von einigen Zollen bis höchſtens zu drei Lachtern; im letzteren Falle
ber zeigen ſtets thonige Zwiſchenlager eine Zuſammenſetzung aus mehren
Schichten an, ſo daß im Allgemeinen kein reines Kohlenflötz von mehr als
$1\frac{1}{2}$ Lachter Dicke bekannt iſt. Die Schichten ſind meiſt unter 18 bis 25
Grad geneigt; Verwerfungen rein locale Erſcheinungen.

Schwefelkies iſt eine häufige Erſcheinung in den Steinkohlen des wal-
denburger Revieres, und dadurch bedingte Selbſtentzündungen und Gru-
benbrände durchaus gewöhnlich. Bekannt iſt der Brand der ſogenannten
Fuchsgrube bei Waldenburg, der ſchon ſeit 1798 dauert. Dieſe herrliche
Grube hat 19 Flötze, wovon 14 bauwürdig ſind und worunter ſich mehre
von mehr als einem Lachter Mächtigkeit befinden.

In der Nähe der Brände ſind die Steinkohlen in Coaks verwandelt,

und merkwürdiger Weise findet man dieselbe Erscheinung in der Umgegend der Porphyre, welche die Steinkohlen durchbrochen haben, ein Beweis, daß die Porphyre sich auf einem bedeutenden Hitzegrad befunden haben mußten.

352. Die Steinkohlengebirge bei Zwickau in Sachsen liegen unmittelbar auf den primitiven und metamorphischen Gesteinen des Erzgebirges auf. Es ist ein kleines, länglich rundes, an den Enden zusammengedrücktes Becken, dessen Schichten nach Norden fallen, wo sie von rothem Sandsteine und Mandelsteinen überdeckt werden und dessen größte Länge $^3/_4$ Stunden, die größte Breite $^1/_4$ Stunde beträgt.

Der Schieferthon ist das vorherrschende Gestein und tritt in bedeutenden Massen zwischen den Kohlenflötzen auf; der Kohlensandstein findet sich hauptsächlich nur in den unteren Lagern in einiger Mächtigkeit. Eisennieren sind ziemlich häufig. Der Kohlensandstein ist grau, gelblich oder fleischroth; der Schieferthon von dunkler, grauer Farbe und eine bedeutende Menge von Versteinerungen ist namentlich in seinen Blättern gefunden worden. Erdbrände sind nicht selten.

353. Bei Oberhohndorf in der Nähe von Zwickau findet sich folgende Schichtenordnung:

Schieferthon	$^1/_2$ Fuß.
Pechkohle	7 »
Schieferthon	24 »
Pechkohle	7 »
Schieferthon mit dünnen Kohlenblättchen u. Eisennieren	12 »
Pechkohle	3—5 »
Schieferthon	50 »
Dünne, plattige, klingende Kohle, Scherbenkohle	3 »
Schieferthon, der nach unten in Schieferplatten übergeht	68 »
Sandstein	16 »
Pechkohle, rechtwinkelig zerklüftet, mit Eisennieren, sogenannte Lechkohle	6 »
Schieferthon	24 »
Blätterkohle, mit Schieferthon und Eisennieren, sogenannte zache Kohle	3 »
Schieferthon, unten in Sandstein und Conglomerat übergehend	40 »
Pechkohle mit Schieferthon und Eisennieren, sogenannte Schichtenkohle	7—9 »
Schieferthon	30 »
Schieferthon mit Kohlenblättern, sogenannte neue Kohle	5—6 »
Sandiger Schieferthon	3 »
Schieferthon	7 »

Sandſtein	40	Fuß.
Rußkohle	26—30	»

§. 354 Die bedeutendſte Binnenmulde Frankreichs, welche für ſich allein mehr als ein Drittel des geſammten Steinkohlenbedarfs in dieſem Lande liefert, iſt die von St. Etienne und Rive de Gier, ſüdlich von Lyon auf dem rechten Ufer der Rhone, zwiſchen dieſer und der Loire gelegen. Die horizontale Ausdehnung dieſes Beckens iſt nur gering, da es nicht mehr als 46,000 Meter Länge und an ſeinem breiteſten Punkte 13,000 Meter Breite hat; — allein der Reichthum an vortrefflichen Steinkohlen, ſowie die Verbindung des Beckens mittelſt zweier Eiſenbahnen mit der Loire und mit dem Rhein-Rhonekanal und die dadurch bedingte wohlfeile Ausfuhr nach den größten Städten des Reiches laſſen dies Becken als einen der weſentlichſten Hebel der franzöſiſchen Induſtrie betrachten.

Das ganze Becken bildet ein ſchmales, längliches Dreieck, deſſen Baſis der Loire, die Spitze der Rhone zugekehrt iſt, und deſſen Wände durchaus von Gneiß gebildet ſind. Das Steinkohlenterrain ruht demnach hier, wie in den meiſten Becken des Inneren Frankreichs, unmittelbar auf den primitiven und metamorphiſchen Geſteinen auf, und die ganze Reihe der unterliegenden Syſteme, cambriſches, ſiluriſches und devoniſches Syſtem, fehlen hier durchaus. Das Becken iſt in der Mitte durch ein Hügelſyſtem von ſterilen, faſt kohlenloſen Sandſteinſchichten in zwei Mulden getheilt, deren größte in der Umgebung von St. Etienne, die kleinſte in der Nähe von Rive de Gier ſich findet. Es ſcheint dieſe Sterilität der mittleren Parthie zum Theil mit einer Hebung der vertical darunter befindlichen Gneißſchichten zuſammenzuhängen, und es iſt wahrſcheinlich, daß die beiden Becken, welche dadurch von einander getrennt ſind, in der That nur einer und derſelben Mulde angehören.

§. 355 Die Hauptmaſſe des Geſteines wird von Sandſteinen gebildet, deren Kern im Allgemeinen um ſo feiner iſt, je näher dem Gneiße er ſich findet. Die unterſte Schicht, die unmittelbar auf dem Gneiße ruht, wird von groben Puddingen gebildet, die aus Fragmenten des Gneißes und der primitiven Geſteine zuſammengeſetzt und kaum durch eine Bindemaſſe mit einander verbunden ſind. Weiter aber geht der Pudding in gleichförmigen, etwas grobkörnigen Sandſtein über, der ſehr feſt iſt, mächtige Schichten bildet und allgemein als Bauſtein benutzt wird. Die Kohlenſchichten wechſeln meiſt mit dieſen Sandſteinen ab; ſie ſind kaum durch dünne Lager von weichen Schiefern davon getrennt und im Allgemeinen ſind ſchieferige Geſteine in dem Becken ſehr ſelten, während an anderen Orten ſie zu den gewöhnlichen Erſcheinungen gehören und im Gegentheile den Sandſtein verdrängen.

Die Mächtigkeit der Mulde im Ganzen scheint etwa 750 Meter zu betragen. Die Zahl der Kohlenschichten, die im Ganzen darin sich finden, anzugeben, ist äußerst schwierig, da die mannichfachsten Spalten und Verwerfungen die ursprüngliche Richtung der Schichten nach allen Seiten hin gestört haben. Im Allgemeinen aber sind die Schichten muldenförmig gebogen und fallen von allen Seiten zuweilen unter sehr beträchtlichen Winkeln nach der Mitte der Mulde hin ein. Im Süden des Beckens erheben sich die Schichten weit steiler, als im Norden. Die mächtigste Kohlenschicht, welche sich in dem Becken findet, hat $3\frac{1}{2}$ Meter Dicke. Im Allgemeinen hält es schwer, die Dicke der einzelnen Schichten zu bestimmen, da die mannichfaltigsten Wechsel in dieser Beziehung vorkommen. Man findet oft, daß die Schicht plötzlich an einer Stelle anschwillt, an anderen wieder durch Zusammendrückung abnimmt oder auch gänzlich aufhört und einer Fortsetzung von Schieferthon Platz macht. An einigen Stellen des Beckens, wie in der Grube von Treuil und von Cros, finden sich Schichten und Lager von nierenförmigen Eisenerzen, die zwischen der Steinkohle und den Sandsteinen eingelagert sind.

§. 356. Die übrigen Binnenmulden Frankreichs sind weniger bedeutend; sie finden sich meist in der Umgebung des granitischen Centralplateaus oder aber im Innern desselben auf einer Linie, welche, beinahe von Nord nach Süd gehend, das Centralplateau mitten durchschneidet. Alle die Binnenmulden theilen die Charaktere des hier beschriebenen insofern, als sie beschränkte, seitlich zusammengedrückte Becken darstellen, deren untere Schichten von Conglomeraten gebildet sind, in deren Zusammensetzung Fragmente der unterliegenden primitiven Gesteine eingehen. Ueberall fehlt die Entwickelung der dem Kohlensysteme untergeordneten Systeme. Die Einreihung dieser kleinen Becken in einer fast geraden Linie scheint darauf hinzudeuten, daß hier vielleicht ein bedeutendes, längliches Becken bestand, von dem nur diejenigen Stücke zurückblieben, welche bei der Hebung des Centralkernes von Frankreich gleichsam in den Falten, welche die Hebung bedingte, eingeklemmt wurden.

§. 357. Böhmen ist, nächst Belgien, das an Kohlenniederlagen reichste Land des Continentes, und es ist nur zu bedauern, daß die noch mangelhaften Communicationen eine so bedeutende Ausbeutung, als der Reichthum der Kohlenbergwerke verdiente, darniederhalten. Die böhmischen Kohlen gehören theils dem niederschlesischen Gebirge, theils einem eigenen mehr im Centrum des Landes gelegenen Becken an. Ihre Zusammensetzung weicht nicht von der beschriebenen ab.

Zu den beſonders auszuzeichnenden Foſſilien der Kohlenzeit gehören: §. 357

Pflanzen.

Calamites Suckowii, cannaeformis, approximatus. Fig. 128.
Sphenopteris furcata, trifoliata, Schlotheimii, Fig. 129., tenuifolia, heterophylla.
Pecopteris arborescens, polymorpha, lonchitica, Serlii, gigantea.
Odontopteris minor, Fig. 130., Brardii.
Sigillaria elegans, Fig. 132 u. 133., tessellata, Dournaisii, hexagona.
Sphenophyllum Schlotheimii, dentatum.
Lepidodendron elegans, Fig. 135 u. 136., ornatissimum, crenatum, aculeatum.
Stigmaria ficoides. Fig. 137.
Annularia fertilis. Fig. 139.
Asterophyllum emarginatum.

Thiere.

Millepora madreporiformis.
Caryophyllia stellaris, duplicata.
Cyathophyllum excentricum.
Amplexus coralloides.
Platycrinus laevis.
Actinocrinus triacontadactylus.
Melocrinus hieroglyphicus.
Rhodocrinus verus. Fig. 140.
Cyathocrinus planus.
Spirifer glaber, trigonalis, striatus.
Terebratula acuminata, hastata, resupinata, Wilsoni.
Productus antiquatus, concinnus, Martini.
Cardium elongatum, hibernicum.
Euomphalus catillus, pentangulatus.
Bellerophon hiulcus, tenuifascia.
Orthoceras annulatum, fusiforme, undulatum.
Nautilus globatus.
Calymene variolaris.
Oracanthus Milleri, minor.
Onchus hamatus.
Ctenacanthus tenuistriatus.
Gyracanthus formosus.
Tristychius arcuatus. Fig. 145.
Orodus cinctus. Fig. 142.
Chomatodus cinctus.
Psammodus rugosus.
Cochliodus contortus. Fig. 143.
Cladodus marginatus. Fig. 144.
Palaeoniscus Duvernoy, Fig. 147., Voltzii, ornatissimus.
Amblypterus macropterus, latus.
Pygopterus lucius.
Megalichthys Hibberti. Fig. 146.
Holoptychius Hibberti.

Unter den Petrefacten der Kohlenzeit ziehen namentlich die foſſilen Pflanzen durch ihre Menge und Mannichfaltigkeit die Aufmerkſamkeit auf ſich. Man findet die foſſilen Pflanzen im Allgemeinen unter drei verſchiedenen Geſtalten in den Steinkohlenſchichten, und zwar 1. als Abdrücke von Blättern, Aeſten, Früchten und plattgedrückten Stämmen in den verſchiedenen Thonſchieferarten. Aller Wahrſcheinlichkeit nach ſind dieſe Schieferthone in Form eines feinen Schlammes abgeſetzt worden, welcher die Blätter und Zweige umhüllte, ihre Erhabenheiten und Vertiefungen abgoß und beim Erhärten behielt, ſo daß man an den meiſten Exemplaren, beſonders da, wo §. 359

der Schieferletten sehr feines Korn besitzt, die Nerven der Blätter, ihre Vertheilung und maschenförmige Endigung auf das Zierlichste erhalten sieht. An den Stämmen sind ebenso die Blatteindrücke vollkommen erhalten und die Rinde meist in ein dünnes Blättchen von Kohle verwandelt, welches leicht abfällt und dann die innere Fläche des Blattansatzes sehen läßt. Zur specifischen Bestimmung der Pflanzen sind die Thonabdrücke vor allen geeignet, da sie alle feinen Einzelheiten der Structur, wodurch sich die einzelnen Arten unterscheiden, deutlich sehen lassen.

360. 2. In verkieseltem Zustande in den Sandsteinen. Meist ist dies der Fall mit den Stämmen, die in den Sandsteinschichten gefunden werden und deren fester peripherischer Theil in kieselige Masse umgewandelt ist, während das innere, fleischige Mark, welches die meisten dieser Stämme besaßen, durch Sandstein ersetzt und die Rinde in ein dünnes, leicht abfallendes Kohlenblättchen verwandelt ist. Blätterabdrücke finden sich nur selten wohlerhalten im Sandsteine, da die Körner desselben zur Aufnahme des feinen Reliefs nicht geeignet waren und auch, wie es scheint, die Zersetzung der vegetabilischen Substanz im Sandsteine leichter geschah, als in der Schieferthonmasse. Die aus den Kohlensandsteinen erhaltenen Exemplare fossiler Pflanzen sind daher weniger geeignet zur specifischen Bestimmung, bieten aber oft einen besseren Ueberblick der Organisation einer Pflanze im Großen, da die Stämme nur wenig zusammengedrückt und meist im aufrechten Zustande erhalten sind. Ebenso sind auch meist die Einzelheiten der mikroskopischen Structur in solchen verkieselten Stämmen auf das Schönste erhalten.

361. 3. Als Kohle. Hier giebt meistens nur die Structur der Kohle, wie man sie unter dem Mikroskope beobachten kann, näheren Aufschluß, indem die eigenthümlichen Zellen des Pflanzengewebes oft noch sehr deutlich und wohlerhalten sind. An Erhaltung von äußeren Formen ist in der ächten Steinkohle nicht zu denken; nur in den Uebergangsformen von der Kohle zum Kohlenletten, in den sogenannten Brandschiefern, lassen sich noch Formen der Vegetabilien erkennen.

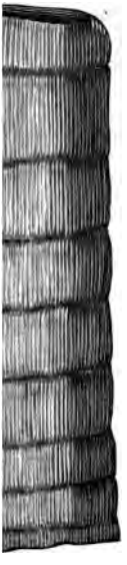
362. Die Pflanzen des Uebergangsgebirges unterscheiden sich nur hie und da specifisch von denjenigen des Kohlengebirges, viele Arten sind beiden gemeinschaftlich, und andere Familien kommen in den älteren Schichten nicht vor, so daß wir beide Perioden zusammenfassen können.

363. Die große Mehrzahl der Pflanzen aus der Kohlenperiode gehören der Klasse der Gefäßcryptogamen an, und es sind namentlich die Equisetaceen

telhalme), die Farrenkräuter und die Lycopodiaceen, welche ſich durch ıntiſche Größe ihrer baumartigen Stämme vor allen anderen aus-

Schachtelhalme der Jetztwelt ſind bekanntlich kleine krautartige ſe, die ſich beſonders auf feuchten Wieſen finden und gerade, ein- gegliederte Stämme zeigen, die deutliche Längsſtreifen haben und aus alen Wurzelſtöcken aufſchießen. Auf den Gliederknoten ſitzen cylin-

Fig. 128.



es approximatus. Waldenburg.

driſche gleichförmige Scheiden, die den Stamm umgeben und oben tief ausgezackt ſind; jeder Zahn entſpricht einem Längsſtreifen des Stammes. Die Stämme ſind inwendig hohl; eine große Mittelhöhle erſtreckt ſich von einem Gliede in's andere. An der Baſis der Scheide ſitzen oft Wirbel von geraden Zweigen, die, mit Ausnahme der inneren Höhle, ganz ſo gebaut ſind, wie die Stämme ſelbſt. Die Schachtelhalme der Jetztwelt werden höchſtens einen Fuß hoch und einen halben Zoll dick.

Zu dieſer Familie der Equiſetaceen gehören die Calamiten, gerade, gegliederte, hohe cylindriſche Stämme ohne Aeſte oder höchſtens mit Andeutungen von Wirbeln an den Gliederknoten. Sie zeigen ſehr regelmäßige parallele Streifen, die in den Knoten in einander greifen und mit einander abwechſeln. Die meiſten Arten dieſes Geſchlechtes ſcheinen keine Scheide um den Stamm beſeſſen zu haben, bei anderen hat man Reſte davon gefunden. Man hat Calamiten von mehr als einem Fuße Durchmeſſer gefunden.

e ungemeine Menge von Farrenkräutern findet ſich in den §. 364.
en des Kohlengebirges, und man kennt ſowohl Stämme als Blät-
ganze Blattwirbel von den baumartigen Farren, welche, wie es
die Hauptmaſſe der Kohlenwälder bildeten. Die Farren unterſchei-
bekanntlich von allen anderen Gewächſen durch cylindriſche Stämme,
einmal aufgeſchoſſen, nicht mehr in die Dicke wachſen und rundum
ättern beſetzt ſind, die beim Abfallen meiſt linſenförmige Narben zu-
en. Dieſe Blattſtielnarben ſind bei den Farren faſt ſtets höher als
aber auch ſelbſt in dem Falle, wo ſie breiter werden, umfaſſen ſie
Stamm, wie dies bei den Monocotyledonen der Fall iſt. Die Ge-
welche aus dem Stamme in den Blattſtiel treten, zeigen oft die ſon-
ten Figuren, da ſie in eine beſtimmte Anzahl von Bündeln vereinigt

ſind. Die Reihen dieſer Blattanſätze ſind ſtets parallel, gerade von nach unten. Oben auf dem Stamme ſitzt eine Krone einfacher Bl die mehr oder minder eingeſchnitten ſind, ſo daß ſie gefiedert oder do gefiedert erſcheinen. Die Eintheilung der foſſilen Farrenkräuter mußt dem Mangel an allen ſonſtigen Hülfsmitteln hauptſächlich von den ven der Blätter abgeleitet werden, und in der That bildet die Dispo dieſer Nerven ſehr vielfache Anhaltspunkte einer guten Claſſification.

In dem ſehr zahlreichen Geſchlechte der Sphenopteris zeigen ſich do oder dreifach gefiederte Blätter; die Federblättchen ſind an der Baſi ſammengeſchnürt und in Lappen getheilt, die zuweilen faſt handfö ausgeſchnitten ſind. Die Nerven ſcheinen von der Baſis des Blattes zuſtrahlen.

Fig. 129.

Sphenopteris Schlotheimii. Von Saarbrück.

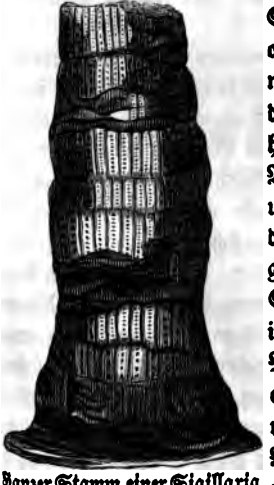
Die Odontopteris haben zweifiederige Wedel mit ſehr dünnen Fi chen, die mit ihrer ganzen Baſis dem Blattſtiele angewachſen ſind; d vorhandene Mittelnerven und parallele ſehr feine kleine Nerven in den derchen.

Fig. 130.

Odontopteris minor. Von Saarbrück.

In den Kohlenſchichten befinden ſich außer anderen wohlbeſtimmten Farrenkräutern eine große Menge gigantiſcher Stämme von der Form eines Hohlcylinders, oft von 40 und mehr Fuß Länge und von mehr als einem Fuße Durchmeſſer, die unter dem Namen der Sigillarien bekannt ſind. Sie haben, wie die übrigen baumartigen Farren, Blattſtielnarben, die in Längsreihen geſtellt ſind, und meiſt zwei oder drei dunkle Stellen zeigen, durch welche die Gefäße in den Blattſtiel übergingen. Die dünne Kohlenrinde, welche dieſe Stämme deckt, fällt oft ab und zeigt dann die innere Fläche der Narbe im Abguſſe. Die Narben der Blattſtiele ſind meiſt weit zahlreicher, als in den gewöhnlichen Farrenkräutern, und deshalb herrſchen noch Zweifel unter den Botanikern über ihre Stellung, die indeß dennoch definitiv als zu den Farren gehörig feſt- §. 365.

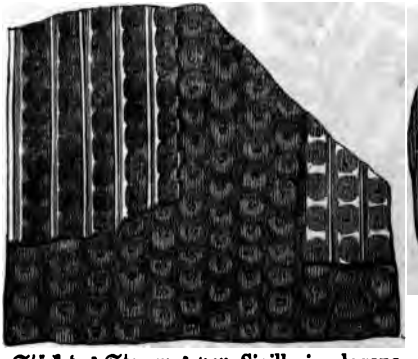
Fig. 131.



Ganzer Stamm einer Sigillaria aus einer Kohlenmine in England.

geſtellt ſcheint. Das Geſchlecht iſt ſehr zahlreich, man hat etwa funfzig Arten unterſchieden.

a Fig. 132.



Stück des Stammes von Sigillaria elegans. Bei a iſt die Rinde abgefallen.

Fig. 133.

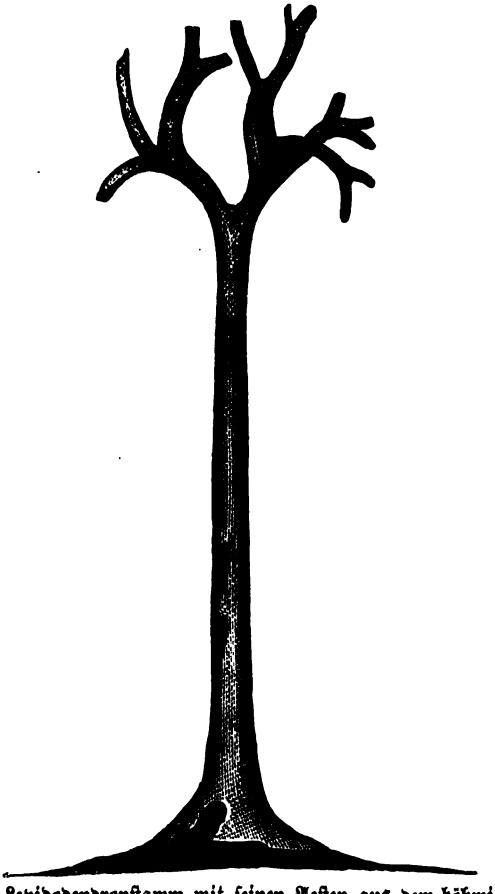
Einige Blattanſätze mit und ohne Rinde.

366. Zu den Lycopodiaceen oder Bärlapparten gehört noch eine Art großer Stämme, welche mit dem Namen der Lepidodendron belegt iſt. Man findet Stämme, welche denen der Sigillarien in Länge und Dicke nichts nachgeben; ſie unterſcheiden ſich leicht durch die ſpiralförmige Stellung der Blattſtielnarben, die rhomboidal ſind und ein einfaches rhomboidales Mittelfeld zeigen, auf welchem die kurzen Blätter aufſaßen. Die Samenkätzchen dieſer Pflanzen ſind unter dem Namen Lepidoſtrobus unterſchieden worden.

(Die zu dieſem Paragraphen gehörigen Figuren ſiehe folgende Seite.)

367. Einen der auffallendſten Typen des Pflanzenreiches, deſſen Analogon man kaum in der jetzigen Natur findet, bilden die in den Kohlenſchiefern in großer Menge verbreiteten Stigmarien, von welchen man früher nur die einzelnen Wurzelſtämme oder Aeſte kannte. Das Gewächs bildet einen mittleren erhabenen Wulſt, der etwa 6 Fuß im Durchmeſſer hat und von dem aus nach allen Richtungen ſtrahlenförmig Aeſte ausgehen, die meiſt bis Armsdicke haben und in horizontaler Richtung ſich verbreiten. Auf dieſen Aeſten ſitzen ſteife, pfriemenförmige, ſpitze Blätter, die an der Baſis knopfartig angeſchwollen ſind und mit einem dünnen Stiele an dem Aſte anſitzen. Dieſe blattartigen Gebilde ſcheinen noch von feineren Faſern umgeben geweſen zu ſein, denn die Schichten, in welchen Stigmarien ſich finden, haben ein ſo eigenthümliches, zuſammengewebtes Anſehen, daß die Kohlenarbeiter ſie an dieſer filzartigen Structur erkennen und mit eigenthümlichen Namen bezeichnen. Sie bilden die untere Lage der Kohlenſchichten, und die Schieferthone, welche gerade unter dem Kohlenflötze liegen, zeigen meiſt dieſe

Fig. 134.



Lepidodendronſtamm mit ſeinen Aeſten aus dem böhmiſchen Kohlengebirge.

Fig. 135.

Stück eines Stammes von Lepidodendron elegans.

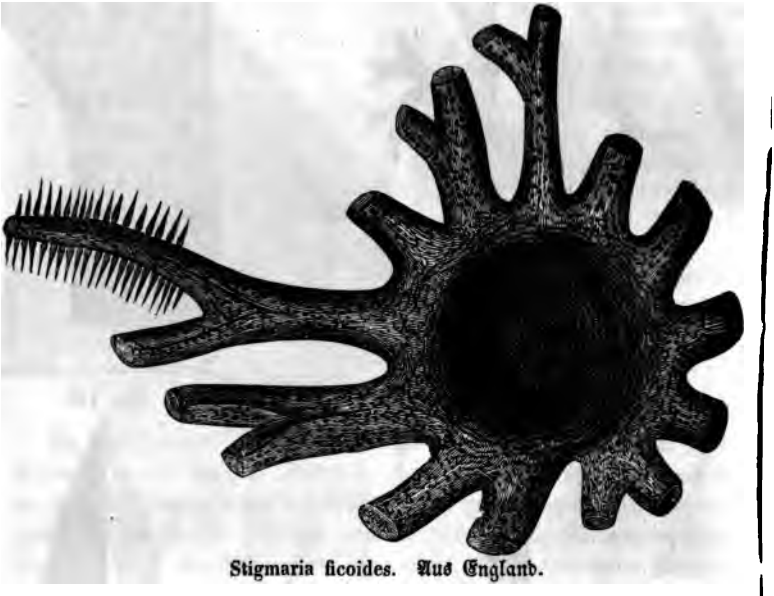
Fig. 136.

Einige Blattanſätze in natürlicher Größe.

Structur, was bei Verwerfungen und ſteiler Aufrichtung der Flötze, wo man Liegendes und Hangendes nicht gehörig unterſcheiden kann, von ungemein praktiſchem Nutzen iſt. Die Stigmarien ſcheinen Sumpfpflanzen geweſen zu ſein, welche auf Mooren gleichſam kriechend ſich ausdehnten. Nicht unwahrſcheinlich iſt auch die Anſicht, daß dieſe ſeltſamen Pflanzen nur Wurzelſtöcke geweſen ſeien, die von dem domartigen Mittelpunkte aus fortwucherten und deren Wurzeläſte Schößlinge trieben, welche vielleicht zu baumartiger Höhe emporwuchſen. Gewiegte Botaniker haben ſogar die Meinung aufgeſtellt, daß die Sigillarien auf dieſen Wurzelſtöcken, die wir

heute Stigmarien nennen, auffaßen; eine Hypotheſe, die indeß noch ſehr der Beſtätigung bedarf.

Fig. 137.



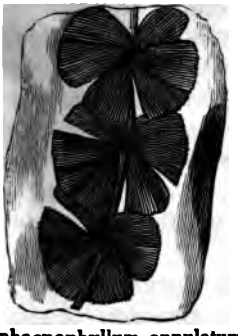
Stigmaria ficoides. Aus England.

§. 368. Von Monocotyledonen, palmenartigen und anderen Gewächſen dieſer Klaſſe hat man Spuren entdeckt, indeß ſcheinen ſie in weit geringerer Zahl vorhanden, als man glauben dürfte. Coniferen dagegen haben eine große Maſſe der Steinkohlen gebildet, und an vielen Orten entdeckt man in den Kohlen und in den verkiesten Stämmen die mikroſkopiſchen Charaktere des Holzes dieſer großen Familie. Indeſſen zeichnen ſich doch dieſe Charaktere vor denen der meiſten jetzt lebenden Nadelhölzer, namentlich der Tannen und übrigen nordiſchen Coniferen, durch den Mangel der Poren an den Zellen aus, und der ganze Habitus der Nadelhölzer aus der Kohlenzeit ſchließt ſich mehr oder minder an die Araucarien und die ſüdlichen Formen an.

§. 369. Man hat lange hin und her geſtritten, ob wohl Dicotyledonen in den Kohlen vorkämen, allein inſofern ohne Reſultat, als die Geologen meiſt nicht auf den Sinn der Worte, deren die Botaniker ſich bedienten, eingingen, und nur das Reſultat, wie es angegeben wurde, benutzten. So lange viele Botaniker noch die Nadelhölzer als eine Familie der Dicotyledonen oder eigentlichen Holzbäume behandelten, ſo konnte kein Zweifel ſein, daß dieſe Klaſſe darin repräſentirt ſei; — jetzt aber, wo die Botaniker wohl al-

gemein einverſtanden ſind, die Nadelhölzer als eine beſondere, den Monocotyledonen und Dicotyledonen äquivalente Klaſſe anzuſehen, und wo ſogar die Wiſſenſchaft dahin ſtrebt, ſie den Farren noch näher zu bringen, als bisher geſchah, wo mithin keine Zweideutigkeit mehr unter dem Ausdrucke Dicotyledonen begründet iſt, jetzt iſt die Behauptung, daß keine Dicotyledonen zur Kohlenzeit vorkamen, vollkommen gerechtfertigt, und ſomit ein großer Unterſchied von der jetzigen Flora des Erdballes begründet, in welcher die Dicotyledonen die ungeheure Mehrzahl bilden. Einige zweifelhafte Formen, von welchen wir zwei der ausgezeichnetſten hier geben, können bei ſolcher Discuſſion nicht in Betracht kommen.

Fig. 138.



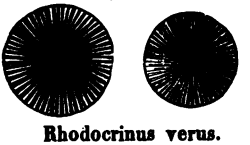
Sphaenophyllum annulatum.

Fig. 139.

Annularia fertilis.

§. 370. Die Fauna wirbelloſer Thiere, welche man in den Steinkohlengebilden findet, unterſcheidet ſich in ihren großen Zügen durchaus nicht von derjenigen der Uebergangsſchichten. Dieſelben Familien und Geſchlechter von Polypen, Echinodermen, Mollusken und Trilobiten treten auf; hier wie dort, herrſchen die Brachiopoden unter den Mollusken, die Enkriniten unter den Echinodermen vor, und nur die Arten ſind meiſtens verſchieden. Die Enkriniten namentlich ſind an vielen Orten in ungeheurer Zahl verbreitet, und da die Glieder ihrer Stiele einer gewiſſen Kalkſchicht den Namen des Entrochitenkalkes (Calcaire à entroques) verliehen hat, ſo fügen wir hier die Abbildung einiger ſolcher Entrochiten bei.

Fig. 140.



Rhodocrinus verus.

Fig. 141.

Cupressocrinus crassus.

§. 371. In den Kohlenſchichten Böhmens hat man Reſte eines Scorpions, in denen

anderer Länder Ueberbleibſel von wahren Inſecten gefunden, das erſte Beiſpiel luftathmender Thiere. Im Ganzen ſind dieſe Ueberreſte jedoch ſehr ſelten.

§. 372. In Hinſicht der Fiſche muß man wohl zwiſchen den Binnenmulden und der Meeresformation der Kohlenzeit unterſcheiden. Der Kohlenkalk wimmelt von einer großen Anzahl von Ichthyodorulithen, und die ungemeine Häufigkeit dieſer Rückenſtacheln von haifiſchartigen Knorpelfiſchen läßt auf eine bedeutende Menge von Haien ſchließen, welche die Kohlenmeere bevölkerten. Unter den Haien iſt es aber namentlich die Familie der Ceſtracionten, deren Zähne auch in großer Menge vorkommen, und welchen ohne Zweifel dieſe Rückenſtacheln zugetheilt werden müſſen. Der einzige jetzige Repräſentant dieſer in den alten Formationen ſehr ausgedehnten Familie lebt in der Bai von Port Jackſon und zeichnet ſich durch Rückenſtacheln in den Floſſen, und namentlich durch ſeine Zähne aus, welche nicht wie bei den übrigen Haien, ſcharf und ſchneidend zum Zerfleiſchen eingerichtet ſind, ſondern ſtumpfe Flächen zeigen und wirklich zum Kauen und Zermalmen kleiner Schalthiere dienen. Die Zähne der Ceſtracionten, die man foſſil findet, haben alle mehr oder minder gefaltete, breite, oft abgeriebene flache Kronen und ausgedehnte, ſchwammige Sockel, auf denen die ſtark emaillirten Kronen ruhen. Einige Repräſentanten dieſer Familie kommen ſchon in den devoniſchen Formationen vor; die größte Entwicklung findet ſich in der Steinkohlenzeit.

Fig. 142.

Orodus cinctus. Von Briſtol.

Das Genus Orodus, welches durchaus auf die Steinkohlenperiode beſchränkt iſt, hatte längliche, auf einer breiten, ſchwammigen Wurzel ruhende Zähne, deren Mitte einen breiten, ſtumpfen Kegel darſtellt, an welchen ſich zu beiden Seiten kleinere Erhöhungen anreihen, die durch einen Mittelkamm mit einander verbunden und durch Faltungseinſchnitte von einander mehr oder minder unterſchieden ſind.

Fig. 143.

Cochliodus contortus. Von Briſtol. Eine ganze Kinnlade.

Die Cochlioden hatten breite, gewundene Zähne, die in eine einzige Maſſe zuſammengeſchmolzen waren, welche die ganze Kaufläche der Kinnlade bedeckte.

Fig. 144.

Cladodus marginatus. Von Armagh.

§. 373. Die Hybodonten, welche ebenfalls zuerſt in der Steinkohlenformation auftreten, bilden eine eigenthümliche Haifiſchfamilie, die ebenfalls Rückenſtacheln beſaßen, aber durch ihre kegelförmigen, rundlichen Zähne von den übrigen Haien ſehr abweichen. Der mittlere Kegel iſt hoch, etwas flach gedrückt und mit hohen Längsſtreifen verſehen; die Seitenkegel kleiner. Das Genus Cladodus, welches durchaus auf den Kohlenkalk beſchränkt iſt, zeigt einen hohen mittleren Kegel und einen oder mehre Seitenkegel, von welchen der äußerſte der größte iſt.

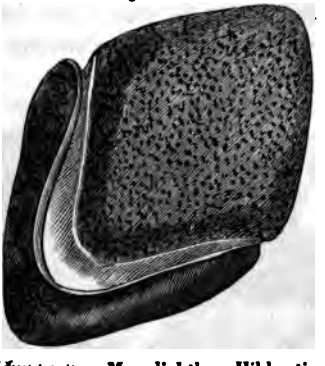
Fig. 145.

Tristychius arcuatus. Von Glasgow.

Um eine Idee von der Form und Geſtalt der Rückenſtacheln zu geben, fügen wir hier die Abbildung eines ſolchen bei, der ſich durch ſein ſchreibfederartig abgeſchnittenes Ende, womit er im Fleiſche ſteckt, durch die Längsfalten und die an ſeinem hinteren Ende befindlichen Zähne kenntlich macht.

§. 374. Außer den genannten Arten von Knorpelfiſchen kommen noch in den Meeresformationen die Reſte mehrer Familien aus der großen Ordnung der Schmelzſchupper (Ganoiden) vor, welche durch die bedeutende Entwicklung ihres Zahnapparates ſich als reißende Thiere beurkunden. Die Celacanthen, deren wir ſchon bei dem Uebergangsgebirge Erwähnung gethan, ſind auch hier durch Fiſche mit gewaltigen, ſcharfen, großentheils gefalteten Zähnen repräſentirt. Neben ihnen tritt eine andere, ebenſo mächtige Familie auf, die der Sauroiden, welche viel Aehnlichkeit mit den vorigen im Zahnbaue haben, ſich aber durch platte, rhomboidale Schuppen unterſcheiden, die nicht dachziegelförmig über einander gelagert ſind, wie bei den Celacanthen, ſondern meiſt durch beſondere Fortſätze mit einander eingelenkt ſind. Das Genus Megalichthys namentlich zeichnet ſich durch eine ungemeine Größe vor ſeinen Verwandten aus; ſeine Zähne wurden früher für Crocodilzähne gehalten. Eigentliche Sauroiden kommen in den Uebergangsgebirgen nicht vor; ſie ſind dort durch die Celacanthen

Fig. 146.

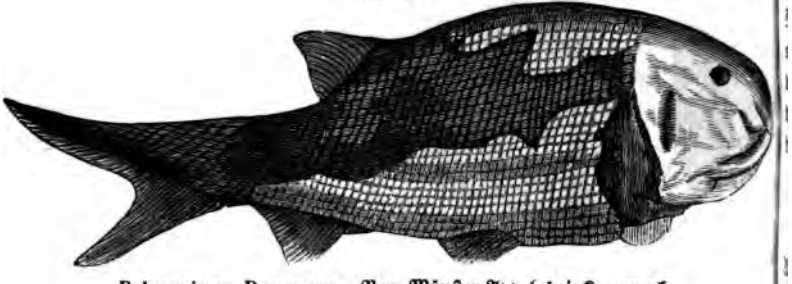


Schuppe von Megalichthys Hibberti.

und eine kleine Familie, die Dipterier, erſetzt, welche ſich dadurch auszeichnen, daß ſie doppelte Rücken- und Afterfloſſen haben.

§. 375. In den Schichten der Binnenmulden namentlich kommen eine große Anzahl kleinerer Fiſche vor, welche, wie die Sauroiden, rhomboidale, mit Schmelz gedeckte Schuppen haben, die durch Fortſätze in einander gelenkt ſind, ſich aber dadurch unterſcheiden, daß ſie nur dünne, bürſtenförmige Zähne beſaßen und im Allgemeinen plumpere Körperformen hatten, mithin nicht ſo wie dieſe, auf Raubjagd angewieſen waren. Die Familie der Lepidoiden, wie ſie von Agaſſiz genannt wurden, beginnt mit ſehr zahlreichen Arten in den Kohlenſchichten. Es giebt namentlich zwei Geſchlechter dieſer Familie in den Kohlenſchichten, welche einander ſehr ähneln, die Paläonisken und Amblypteren. Beide haben ziemlich dicke Köpfe, mehr oder minder gedrungenen Körper, eine heterocerke Schwanzfloſſe, in deren oberen Lappen die Wirbelſäule ſich fortſetzt, eine Rücken- und Afterfloſſe, ſowie Bauch- und Bruſtfloſſen; ſie unterſcheiden ſich aber durch die Stellung der Floſſen und ihre Zuſammenſetzung; bei den Paläonisken ſind die Floſſen weit kleiner, aus weniger Strahlen zuſammengeſetzt und die Rückenfloſſe ſtets dem Zwiſchenraume zwiſchen Bauch- und Afterfloſſe, der ziemlich groß iſt, gegenüber geſtellt, während bei den Amblypteren After- und Bauchfloſſen ſich faſt berühren und die Rückenfloſſe oft über beide hinausreicht. Die Lepidoiden ſind indeß bei weitem nicht auf die Binnenmulden beſchränkt, ſie kommen auch in den Seeformationen unter den Knorpelfiſchen und den übrigen Ganoiden vor.

Fig. 147.



Palaeoniscus Duvernoy. Von Münſter-Appel bei Kreuznach.

§. 376. Die erſte Frage, welche ſich bei der Betrachtung der ungeheuren Menge von in den Steinkohlenſchichten enthaltenem Brennſtoff unwillkürlich dem Geiſte darbietet, iſt diejenige nach der Entſtehung dieſer Kohlenmaſſen. Der unbefangene Beobachter wird ohne Zweifel hier ſogleich an Pflanzen denken, die auf eigenthümliche Weiſe verändert wurden, und die genauere Forſchung beſtätigt dieſen erſten Schluß vollkommen. Manche Kohlenminen gleichen wahren Wäldern, ſo reichlich gehäuft ſind die Blatteindrücke, die Stämme

und Aeſte, welche in den Sandſteinen und Thonſchiefern erhalten ſind. Jeder Block, der aus den Geſteinsmaſſen gelöst wird, zeigt die Spuren einer reichen untergegangenen Vegetation, und die aufrecht ſtehenden Baumſtämme, die man jetzt faſt in allen Kohlenminen angetroffen hat, beweiſen mehr als hinlänglich, daß dieſe Vegetation auch auf demſelben Platze ſich ausbildete, wo wir jetzt noch die Kohle finden. Man hat für dieſe foſſilen Eindrücke freilich keine andere Erklärung zu finden gewußt, als die eben gegebene; man hat aber deshalb nichts deſto weniger den vegetabiliſchen Urſprung der Steinkohle in Zweifel gezogen und zuweilen, ihres Gehaltes an bituminöſen Stoffen wegen, behaupten wollen, daß ſie das Reſultat einer Anhäufung von zerſetzten Thierreſten ſei. Schon auf einfachem, mineralogiſchem Wege gleichſam, iſt indeß eine Widerlegung dieſer Anſichten möglich. Wir ſehen in der That eine ſtets fortſchreitende, graduelle Veränderung in den foſſilen Brennſtoffen, je tiefer in die Schichten der Erde wir eindringen. Der Torf, der ſich noch täglich unter unſeren Augen auf der Erdoberfläche bildet, die Braunkohle der tertiären Ablagerungen, die einzelnen geringen Kohlenanhäufungen in den ſecundären Schichten, die eigentliche Steinkohle und der Anthracit der älteren Formationen bieten eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen, in welchen die vegetabiliſche Structur allmählich mehr und mehr verſchwindet, die ganze Maſſe feſter, gediegener, kohliger wird, und die bituminöſen, Waſſerſtoff enthaltenden Stoffe, nachdem ſie ſich bis auf einen gewiſſen Grad entwickelt haben, wieder zurückſinken und allmählich ganz ſchwinden. Die Analyſen Regnault's beſtätigen dieſe Behauptungen auf das Vollkommenſte. Man kann gewiſſermaßen die verhältnißmäßige Menge der bituminöſen, Gas gebenden Stoffe in der Art darſtellen, daß man die Menge des Sauerſtoffes und Waſſerſtoffes beſtimmt, welche in die Zuſammenſetzung des brennbaren Theiles der Brennſtoffe, nach Abzug der Aſche, eingehen. Es zeigt ſich nun, daß, je älter der Brennſtoff iſt, deſto mehr auch die Menge des Sauerſtoffes abnimmt.

Unterſuchter Stoff.	Verhältniß des Waſſerſtoffes	zum Sauerſtoffe	und Kohlenſtoffe.
Anthracit des devoniſchen Syſtemes von Rolduc . .	560	17	1000
» » » » » Mayenne .	522	26	»
» » » » » Penſylvanien	329	20	»
Fette harte Steinkohle von Alais	660	38	»
» » » » Rive de Gier . . .	684	37	»
Fette Hauptkohle (Houille maréchale):			
von Rive de Gier	719	49	»
» Grand-Croix	678	51	»
» Newcaſtle	729	47	»

Unterſuchter Stoff.	Verhältniß des Waſſer- ſtoffes	zum Sauer- ſtoffe	und Kohlen- ſtoffe.
Steinkohle mit langer Flamme (Cannel coal):			
von Mons	765	72	1000
» »	782	64	»
» Rive de Gier	786	85	»
» » » »	808	59	»
» » » »	830	84	»
» » » »	748	75	»
» Larayſſe	787	70	»
» Lancaſhire	834	74	»
» Epinac	769	106	»
» Commentry	783	117	»
Steinkohle von Noroy in den Vogeſen (aus dem Keuper)	841	159	»
Steinkohle » St. Girons (Kreide)	916	184	»
» » Beleſtat (Kreide)	941	182	»
Braunkohlen aus den Tertiärgebilden:			
von Dax	970	207	»
aus dem Dept. der Rhonemündungen . . .	878	217	»
vom Meißner in Heſſen	827	231	»
aus dem Dept. der niederen Alpen	910	238	»
Unvollkommene Braunkohlen von Griechenland . .	1000	309	»
» » » Cöln	964	318	»
» » » Uznach (Schweiz)	1247	492	»

377. Den ſicherſten Beweis des vegetabiliſchen Urſprunges liefert aber die genauere mechaniſche Zerlegung der Steinkohle ſelbſt. An vielen Orten iſt die Steinkohle ſchieferig oder blätterig, und man entdeckt dann, daß die einzelnen Blätter nicht ganz dieſelbe Natur haben, ſondern daß die einen oft etwas mehr erdig und thonig ſind, als die anderen. In ſolchen thonigen Blättern, die in der Mitte der Steinkohlenflötze ſich finden, zeigen ſich ſtets Eindrücke von Pflanzen, wie in den Schieferthonen über den Kohlenſchichten, und es hing mithin nur von der Gegenwart einer einigermaßen plaſtiſchen Maſſe ab, um dieſe Eindrücke zu bewahren. Anderntheils entdeckt man ſtets auf feinen Schliffen, auch der feſten Glanzkohle, die durchaus dem bloßen Auge compact erſcheint, mittelſt des Mikroſkopes die zellige Structur des Pflanzengewebes, die ſich trotz der mannichfachſten äußeren Einflüſſe erhalten hat. Es kann mithin, nach allen dieſen Unterſuchungen, kein Zweifel mehr über den vegetabiliſchen Urſprung der Steinkohle obwalten.

3. Nichts deſto weniger ſind die Metamorphoſen, welche dieſelbe durchmachen mußte, um von dem Zuſtande des grünen Holzes zu demjenigen

der Steinkohle zu gelangen, durchaus noch nicht aufgeklärt. Man hat verſucht, Steinkohle künſtlich zu erzeugen, indem man Holz in geſchloſſenen Gefäßen bei ſtarker Hitze verkohlte. Die Gaſe und flüchtigen Deſtillationsproducte, welche bei dem Brennen des Holzes die Flamme bilden, wurden bei dieſer Operation im Inneren zurückgehalten, und man erhielt, wie diejenigen, die ſolche Verſuche anſtellten, verſichern, in der That eine compacte ſchwarze Maſſe, welche der Steinkohle in ihrem äußeren Verhalten ähnlich war. Leider wurden die Verſuche nicht mit gehörigen Analyſen begleitet und überhaupt nicht auf ſolche Weiſe angeſtellt, daß man wiſſenſchaftliche Schlüſſe darauf bauen könnte. Es iſt wahrſcheinlich, daß die beträchtliche Compreſſion, unter deren Einfluß die vegetabiliſchen Ablagerungen ſich in Steinkohle umwandelten, einen bedeutenden Einfluß auf dieſe Metamorphoſe ausgeübt hat, allein es iſt deshalb noch nicht ausgemacht, daß dies die einzige Urſache dieſer Metamorphoſe war. Die Gewächſe jener Zeit waren, wie aus den vorhergehenden Paragraphen hervorgeht, vorzüglich Farren, deren Stämme nicht mit denjenigen der jetzt als Brennmaterialien dienenden Hölzer verglichen werden können; ſie enthielten im Ganzen nur wenig Holzfaſer und hauptſächlich ein weiches Zellgewebe. Andererſeits war offenbar das Klima der Kohlenzeit mehr demjenigen des Aequators und der Tropen ähnlich, als dem unſrigen, und während in unſerem Klima ſich Torfmoore und vegetabiliſche Anhäufungen in großer Menge bilden, ſo iſt unter den jetzigen Verhältniſſen die Zerſetzung in den Tropen ſo raſch und gewaltig, daß trotz der üppigen Vegetation die pflanzlichen Ablagerungen in der Nähe des Aequators nur ſehr unbedeutend ſind. Es ſcheint alſo aus allen dieſen Gründen hervorzugehen, daß zu der Erklärung der Steinkohlenablagerungen und ihrer definitiven Metamorphoſe noch ſehr viele Einflüſſe berückſichtigt werden müſſen, deren Exiſtenz ſogar mehr oder weniger in das Reich der Hypotheſe fällt.

§. 37 Man hat angenommen, daß die Kohlenbecken, welche man vereinzelt und abgeſondert trifft und die wir unter dem Namen der Binnenmulden bezeichnet haben, ihren Urſprung großen Holzflößen verdankten, welche vielleicht von fernen Gegenden kamen und ſich in Baien und Buchten abſetzten, ſo wie dies heut zu Tage noch an vielen Orten mit dem Treibholze geſchieht. In der That iſt es bekannt, daß die größeren Flüſſe, namentlich der ſüdlicheren Continente, welche durch weite Strecken von Urwäldern fließen, eine große Quantität von Treibholz mit ſich flößen, das von den Meeresſtrömungen fortgeführt wird und ſich in großen Maſſen an den nordiſchen Küſten anſammelt, wo es die hauptſächlichſte Fundgrube für Brennmaterial bietet. Auf den erſten Blick ſcheint dies Phänomen eine hinlängliche Erklärung der Binnenmulden geben zu können; man könnte in der That annehmen, daß die dort angehäufte Steinkohle nicht durch Vegetation auf

dem Platze, sondern durch angeschwemmtes Treibholz entstanden sei und daß in jenen Zeiten, wo ohne Zweifel eine noch weit mächtigere Vegetation vorhanden war, als jetzt in den Tropengegenden, auch verhältnißmäßig weit größere Treibholzansammlungen sich bilden konnten. Betrachtet man aber die Sache näher, so ergiebt sich eine solche Annahme als durchaus unwahrscheinlich, und die Berechnungen E. de Beaumont's scheinen keinen Zweifel mehr übrig zu lassen über die Thatsache, daß man wirklich andauernder Vegetation diese Anhäufung zuschreiben müsse, etwa so wie die Torfablagerungen noch heute sich täglich durch Wachsen vermehren.

0. Das specifische Gewicht der Steinkohle beträgt im Mittel 1,30; dasjenige des gewöhnlichen Brennholzes im Durchschnitte 0,70. Wenn demnach ein gegebenes Gewicht Brennholz bis zu Steinkohle verdichtet würde, so würden 130 Holz nur 70 Pfund Steinkohle geben, oder 1 Theil Holz würde ergeben 0,5385 Steinkohle.

Die Steinkohle enthält im Mittel, nach Regnault's Analyse 85 Procent Kohlenstoff; das grüne Brennholz enthält nur 36 Procent Kohlenstoff; ein gegebenes Gewicht Holz, das ohne Kohlenstoffverlust in Steinkohle verwandelt würde, müßte demnach im Verhältniß von $1 : \frac{36}{85}$ oder 1 : 0,4235 reducirt werden.

Eine Schicht Holz ohne Zwischenräume, die man in Steinkohle verwandeln wollte, würde demnach im Verhältniß von $1 : 0{,}5385 \times 0{,}4235$ abnehmen, mithin nur 0,2280 Steinkohle geben.

Es hält schwer, den Holzgehalt eines Waldes im Mittel zu bestimmen. In den Ardennen liefert eine Hectare Stangenwald, der 25 Jahre alt ist, im Durchschnitte 180 Klafter (Stères) Holz, wenn er gänzlich abgehauen wird. Das Gewicht eines jeden Klafters ist im Durchschnitte 530 Kilogramme. Eine Hectare Wald wiegt also 59400 Kilogramme, und würde, bei einem mittleren specifischen Gewichte von 0,70 im Ganzen 84,86 Cubikmeter Holz geben, was, auf der ganzen Oberfläche der Hectare ausgebreitet, eine ununterbrochene Schicht ohne Zwischenräume von 0,^{m}008486 Mächtigkeit geben würde.

Nach den oben angeführten Grundzahlen würde diese Schicht Holz einer Steinkohlenschicht von $0{,}008486 \times 0{,}2280 = 0{,}001935$ Meter gleich sein, oder in ungefähren Resultaten ausgedrückt: Ein Stangenwald von 25 Jahren würde eine Schicht von etwa 2 Millimetern Steinkohle geben.

Ein Hochwald enthält höchstens dreimal mehr Holz, als ein wohlbesetzter Stangenwald von 25 Jahren, und man kann deshalb füglich annehmen, daß ein Hochwald eine Steinkohlenschicht von 6 Millimetern vorstelle, und der dickste Hochwald würde schwerlich einer Steinkohlenschicht von gleichem

Flächeninhalte und einem Centimeter (zehn Millimeter) Mächtigkeit gleichkommen.

Die Oberfläche der Steinkohlenbecken in Frankreich beträgt $^1/_{214}$ der Oberfläche des ganzen Königreiches. Ein Hochwald, der sich über ganz Frankreich erstreckte, würde nicht so viel Kohlenstoff enthalten, als eine einzige Schicht von 2 Metern Mächtigkeit, die sich durch alle Kohlenbecken erstreckte.

Die in den Kohlenbecken niedergelegte Menge vegetabilischen Stoffes ist demnach ungeheuer, um so ungeheurer, als es unbestreitbar Schichten giebt, die eine Mächtigkeit von mehren Metern haben; ja im Becken des Aveyron eine solche von 30 Metern existirt.

Wendet man nun diese Resultate der Berechnung auf die Annahme an, §. 38.
daß diese Anhäufungen Treibholzanschwemmungen seien, so ist offenbar vor allen Dingen der Umstand festzuhalten, daß jede Schicht nothwendig nur von einem einzigen Floß herrühren kann, da bei Aufhäufung von mehren Flößen nothwendig Lehm- oder Sandschichten zwischen den einzelnen Flößen vorkommen und demnach auch in den Steinkohlenschichten die einzelnen Lager durch solche Streifen unterschieden sein müßten. Hält man diesen Punkt fest, so ergeben sich folgende Resultate.

Klafterholz, das in gleich lange Stücke gesägt und in Klaftern aufgeschichtet ist, bietet stets sehr zahlreiche Zwischenräume dar, die man auf $^{38}/_{128}$ schätzt; bei Zweigholz, Bündeln und Aesten ist die Menge der Zwischenräume noch weit größer, und man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß in einem natürlichen, aus ganzen Bäumen bestehenden Floße, das man nicht künstlich hat ordnen können, mehr als die Hälfte leere Zwischenräume seien. Ein solches Floß würde demnach, auf eine Steinkohlenschicht reducirt $\frac{1}{2} \times 0{,}2280$ oder 0,1140 Steinkohle geben, das heißt eine Schicht, die noch nicht einmal ein Achtel der Dicke des Floßes haben würde.

Eine Steinkohlenschicht von einem Meter Mächtigkeit würde demnach ein Floß von 8,76 Meter Höhe verlangen; die große Schicht von 30 Meter Mächtigkeit im Aveyronbecken setzt ein Floß von 263 Meter Höhe voraus. Rechnet man nun noch hinzu, daß die Steinkohle von Pflanzen herkommt, deren Stämme meist nur eine mehr oder minder dicke Rindenschicht und ein laxes, hohles Innere darboten, so müßte man vielleicht noch die Flöße um das Doppelte oder Dreifache größer anschlagen. Ist es aber möglich, sich ein Floß von 788 Meter Höhe zu denken?

Es geht aus den vorstehenden Berechnungen hervor, daß die einzig ver- §. 38
nünftige Annahme, welche über die Anhäufung der Steinkohle gemacht werden kann, die ist, daß die Pflanzen, welche sie bildeten, auf dem Platze selbst wuchsen. An sich hat diese Ansicht nur die ungemein langen Zeit-

räume von Jahren gegen ſich, die ſie nothwendiger Weiſe vorausſetzt. Wenn ein Wald jährlich eine Schicht von 1 Millimeter Steinkohle etwa producirte, ſo würden demnach für eine Schicht von 1 Meter, die gar nicht ſelten ſind, eine ruhige Exiſtenz von 1000 Jahren, für eine von 30 Meter eine ſolche von 30,000 Jahren erfordert werden. Zur Bildung der verſchiedenen Reihenfolgen von Schichten, die wir in dem Kohlengebirge treffen, Millionen von Jahren zu fordern, würde demnach nicht zu viel ſein. Man muß indeß bedenken, daß die Grundzahlen, auf welche die Berechnungen gebaut wurden, unſerem Klima entnommen ſind, und daß bei einer ungemein üppigen Vegetation, wie ſie nothwendig zur Kohlenzeit herrſchen mußte, die Production von Kohlenſtoff auf Koſten der in der atmoſphäriſchen Luft verbreiteten Kohlenſäure weit bedeutender ſein mußte.

§. 383. Ein weſentlicher Einwurf gegen die Theorie der Flöße, die zu Gunſten der hier angenommenen ſpricht, beruht in der Häufigkeit foſſiler Stämme, die ſenkrecht auf den Schichtenflächen ſtehen und oft ſogar in einer kleinen Lage von Schieferthon wurzeln, während die verkiesten Stämme ſelbſt in den Sandſteinſchichten erhalten ſind und meiſt eine dünne Rinde von Kohle zeigen. Die Kohlenmine von Treuil in dem Becken von St. Etienne bietet ein überraſchendes Beiſpiel ſolcher aufrecht ſtehender foſſiler Baumſtämme dar. Fig. 148. Die meiſten derſelben ſetzen ſich durch mehre Schichten

Fig. 148.

Kohlenmine Treuil bei St. Etienne mit aufrecht ſtehenden foſſilen Baumſtämmen
a. Sandſtein. b. Eiſennierenlager. c. Schieferthon. d. Steinkohle.

hindurch fort, ein Beweis, daß der Abſatz der ſandigen Maſſen während der Vegetation der Bäume fortdauerte. In den Kohlenminen von Hainichen in Sachſen, von Mons im belgiſchen Kohlenbecken, ſowie in den

Steinkohlengebilden von England, hat man zahlreiche ähnliche Beiſpiele beobachtet, die keinen Zweifel an der Allgemeinheit der Erſcheinung zulaſſen und beweiſen, daß die Stämme da vegetirten, wo ſie jetzt foſſil gefunden werden.

Dieſe Stämme bildeten mithin Wälder, welche höchſtens auf ſumpfigem §. 3
Boden, nicht aber auf dem Grunde eines tiefen Meeres oder Landſee's wachſen konnten. Es fragt ſich nun, wie bei ſolchen flachen Moräſten oder ſumpfigen Tümpeln jene ungeheure Mächtigkeit zu erklären ſei, welche das Kohlengebilde an vielen Stellen noch über den Steinkohlenflötzen beſitzt.

So hat das Steinkohlengebirge von Newcaſtle wenigſtens 1300 Meter, das von Wales vielleicht 3000 Meter Mächtigkeit über der unterſten Kohlenſchicht. Man kann nicht annehmen, daß die Pflanzen, welche dieſe Kohlenſchicht bilden, auf dem Grunde des Meeres in einer Tiefe von einigen tauſend Fußen lebten, da eine ſolche Tiefe ſogar mit der Entwicklung des thieriſchen Lebens unverträglich erſcheint. Man kann im Gegentheil nur glauben, daß die Pflanzen in Sümpfen, Moräſten und ſeichten Becken vegetirten, und daß die Thiere, welche in den Sandſteinen und ſelbſt den Kalken der Meeresformation ſich foſſil finden, ebenfalls nur in ſeichten Meeren ſich aufhielten. Die Meere der Kohlenzeit hatten demnach nicht die Tiefe, welche die Mächtigkeit des Kohlengebildes ihnen zuzuſchreiben ſcheint. Dieſe Moräſte und weit ausgedehnten Sümpfe, in welchen vielleicht die Stigmarien ihre Wurzelſtöcke ausſandten und über deren Niveau die baumartigen Farren ihre Wipfel erhoben, um in der Luft ihre Blätter zu entfalten, ſcheinen eine gewiſſe Zeit beſtanden zu haben, bis irgend eine Veränderung den ganzen Wald völlig unter Waſſer ſetzte und nun die Niederſchläge des Thones und der ſandigen Maſſen begannen. Nach einiger Zeit hatten ſich dieſe Niederſchläge ſo weit erhoben, daß wieder Sumpfpflanzen Fuß faſſen konnten und die Vegetation von Neuem ihre Production begann, bis eine neue Verſenkung ſie unter wiederholten mineraliſchen Niederſchlägen begrub.

Dieſe Erklärungsart der häufigen Wechſel in der Steinkohlenformation §. 3
zwiſchen Kohlen, Sandſtein, Thonſchiefer und Kalk ſcheint auf den erſten Blick etwas gezwungen und den Umſtänden mit Gewalt angepaßt. Bedenkt man aber, daß ähnliche graduelle Senkungen und Hebungen des Bodens noch heute vorkommen, daß die unterſeeiſchen Wälder an den Küſten Englands nur ganz neuen Zeiten angehören und kaum mehre 1000 Jahre zählen, eine Zeit, die gar nicht in Betracht kommen kann gegen die langen Jahresfolgen der Steinkohlenepoche; bedenkt man, daß noch in geſchichtlicher Zeit die Torfmoore Hollands und Frieslands zum Theil unter das Meer geſunken und von dieſem bedeckt worden ſind, ſo daß jetzt Sand und Lehm ſich auf ihnen ablagert, ſo hat die Anſicht ſchon weniger Auffallendes. Man braucht

dieſen Phänomenen, die ſich unter unſeren Augen zutragen, nur eine größere Intenſität zuzuſchreiben, verbunden mit einer unendlich längeren Zeit, und man wird das Bild der verſchiedenen Wechſel der Kohlenzeit ſich ſchaffen. Es iſt aber dies um ſo wahrſcheinlicher, als die Steinkohlenſchichten zu den erſten und älteſten Formationen gehören, mithin zu einer Zeit ſich bildeten, wo die feſte Erdrinde noch ſehr gering und der flüſſige, feurige Kern weit bedeutender war. Daß Biegungen und Verwerfungen, wellenförmige Einknickungen und daherige Veränderungen des relativen Niveau's der Waſſermaſſen auf der Erde damals ſehr häufige Erſcheinungen ſein mußten, lehren uns die mannichfachen Wellenbiegungen der älteren Geſteinsſchichten, die häufigen Verwerfungen und Einknickungen der Kohlenlager, deren viele ſicherlich, wie wir ſpäter ſehen werden, unmittelbar nach ihrem Abſatze ſich ereignen mußten. Es hat ſomit die Annahme jener Schwankungen des Niveau's, welche den häufigen Wechſel der Kohlenſchichten mit Thon und Sandſtein zu erklären ſucht, durchaus nur alle Thatſachen und vernünftigen Hypotheſen für ſich.

5. Das permiſche Syſtem.

(Penäiſches Syſtem; Système pénéen; Magnesian limestone.)

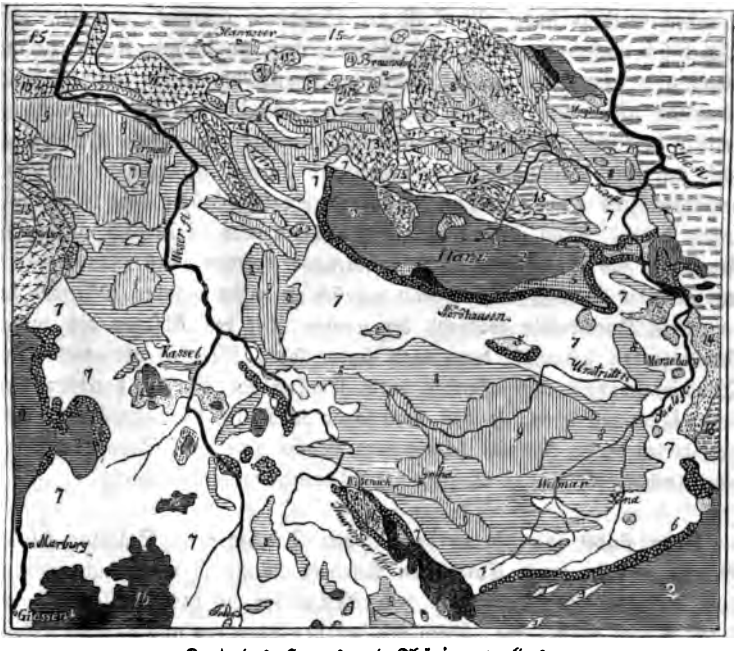
(Rothes Todtliegendes; Kupferſchiefer; Zechſtein; Vogeſenſandſtein.)

§. 386. Unmittelbar auf dem Steinkohlenſyſteme und zum Theil in abweichender Schichtung mit dieſem letzteren, wie dies namentlich bei Zwickau in Sachſen ſehr deutlich iſt, findet ſich ein Syſtem von Schichten, deſſen hauptſächlichſter Charakter in einer großen Armuth von Foſſilien geſucht werden darf; Armuth, die wohl zum Theil davon herrühren mag, daß die chemiſchen Proceſſe während dieſer Periode ein bedeutendes Uebergewicht haben mochten. Die zahlreichen Vorkommniſſe ſonſt nur ſeltener Mineralien, welche alle auf mächtige chemiſche Einflüſſe hindeuten, möchten dieſer Anſicht eine gewichtige Stütze verleihen.

(Die hierzu gehörigen Figuren ſiehe auf folgender Seite.)

§. 387. In Deutſchland, wo dieſes Syſtem am vollſtändigſten, wenn auch gerade nicht am mächtigſten entwickelt iſt, und wo es auch, der wichtigen Minen wegen, die in ihm vorkommen, ſehr früh und ſehr vollſtändig bekannt wurde, beſteht das permiſche Syſtem aus folgender Schichtenreihe. Unmittelbar auf dem Kohlengebirge und hie und da in abweichender Schichtung mit demſelben findet ſich das Rothe Todtliegende (Grès rouge; Red sandstone); ein meiſt rother, zuweilen grüner oder grauer Sandſtein von feinem Korn, der in ſeinen unteren Theilen oft in gröberes Conglomerat übergeht. Die Grundmaſſe des Sandſteines iſt ſeltener quarzig, meiſt thonig, und nimmt oft ſo ſehr überhand, daß er in einen förmlichen rothen

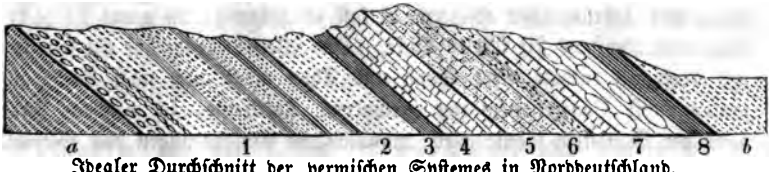
Fig. 149.



Karte des Harzes und Thüringerwaldes.

1. Granit. 2. Grauwacke. 3. Uebergangskalk. 4. Kohlengebirge. 5. Rothliegendes.
6. Zechstein. 7. Bunter Sandstein. 8. Muschelkalk. 9. Keuper. 10. Lias.
11. Oolith. 12. Quadersandstein. 13. Kreide. 14. Tertiär. 15. Schuttland.
16. Vulkanische Gebilde. 17. Porphyr.

Fig. 150.



Idealer Durchschnitt der permischen Systemes in Norddeutschland.

a. Kohlensandstein. 1. Rothes Todtliegendes. 2. Weißes Todtliegendes. 3. Kupferschiefer. 4. Zechstein. 5. Rauchwacke. 6. Asche. 7. Schlottengyps mit Stinkkalk. 8. Mergel. *b.* Bunter Sandstein.

oder grünen Letten ausartet, in welchem einzelne Quarz- oder Glimmerblättchen vertheilt sind. Meist ist der Sandstein compact, zuweilen aber setzt er sich auch aus verschiedenen Bändern von ungleichem Korne zusammen, und zeigt dann zugleich schieferige Absonderungen, in welchem Falle man ihn unter dem Namen Sandschiefer unterschieden hat. Ueberhaupt herrscht in diesen Schichten des rothen Todtliegenden eine große Verschiedenheit, da seine Bestandtheile meist von den älteren Gesteinen in der Nähe herrühren und noch außerdem häufige Porphyrdurchbrüche seine Masse verändert haben. Man findet förmliche Porphyrbreccien, innerhalb welcher die Fragmente des Sandsteines so sehr überhand nehmen, daß man zuweilen nur gröberes Sandsteinconglomerat vor sich zu haben glaubt. Offenbar haben diese Durchbrüche während der ganzen Zeit des Absatzes des rothen Todtliegenden gedauert, denn man findet solche Breccien abwechselnd mit Sandsteinschichten und offenbar durch Einfluß des Wassers bearbeitet und nachträglich geschichtet; so daß man sogar aus diesen Verhältnissen die Ansicht herleitete, der Porphyr sei ein vom Wasser abgesetztes Sedimentgestein; eine Ansicht, die heut zu Tage keiner Widerlegung mehr bedarf.

388. Man findet zuweilen in dem rothen Todtliegenden Stämme fossiler Bäume, welche durch Eindringen kieseliger Masse so vortrefflich erhalten sind, daß ihre Structur unter dem Mikroskope auf das Vollständigste erkannt werden kann. Sie nähern sich den Lepidodendren und anderen Pflanzen der Kohlenformation. Außerdem findet man noch an einzelnen Stellen dünne Bänke eines thonigen, rothen oder grauen Sandsteines und hie und da einige wenige Eisennieren.

Die Mächtigkeit der Schichten des rothen Todtliegenden ist äußerst wechselnd, da sie sich auf dem sehr ungleichen Boden des Kohlensystemes abgelagert haben. An einigen Orten schätzt man sie bis auf 800 Meter; an anderen Stellen, wie namentlich bei Gera, ist die ganze Schichtenfolge auf einige sehr dünne Schichten rothen Thones beschränkt.

389. Ueber diesen rothen Sandsteinschichten, die man oft mit den rothen Sandsteinen des devonischen Systemes, oder den höher gelegenen Sandsteinen, von denen wir später handeln werden, verwechselt hat, liegen einige wenig mächtige Schichten weißgrauen Sandsteines, der bei den Bergleuten im Mansfeldischen den Namen des Weiß-Liegenden trägt. Die Mächtigkeit dieser Schichten, die sich unmittelbar auf den horizontalen Flächen des rothen Todtliegenden absetzten, ist fast gleichförmig; die ganze Folge beträgt aber höchstens 20 Meter Dicke. Das Weiß-Liegende hat ein sehr feines Korn und enthält außer Sand und Thon meist auch noch Kalk; zuweilen selbst Concretionen von compactem Kalksteine, in welchem Falle dann der Sandstein thonig wird; mannichfache Einlagerungen von Mergel,

Schiefer, Gyps, Erdpech und pulverigem Sandſteine (ſogenanntem Sanderze) geben ihm eine große Mannichfaltigkeit.

Auf das Weiß-Liegende folgen einige wenige Schichten von nur ſehr §. 3
geringer Mächtigkeit, die aber trotz deſſen äußerſt beſtändig ſind, und in Deutſchland wenigſtens, nirgends zu fehlen ſcheinen, während das Rothe und Weiße Liegende öfters fehlen. Dieſe Schichten beſtehen aus einem ſchwarzen, ſehr bituminöſen Thonſchiefer, der manchmal ſo ſehr mit Erdpech geſchwängert iſt, daß er ziemlich leicht brennt und als Brennmaterial zu ökonomiſchen Zwecken benutzt werden kann. In dieſem Schiefer findet ſich unſichtbar in der Maſſe zerſtreut eine bedeutende Menge von Kupfererz, meiſt Kupferkies, und dieſer Erze wegen wird der Schiefer, beſonders im Mansfeldiſchen, häufig ausgebeutet. Er enthält zwei bis vier, in ſeltenen Fällen ſogar bis zu achtzehn Procent Kupfererz, und auf dem ſchmalen Striche, auf welchem die Schichten dieſes Kupferſchiefers zu Tage kommen, finden ſich eine Menge von Bergwerken, unter welchen die Kupfer- und Cobaltgruben von Richelsdorf, Zaundorf, Saalfeld, Mansfeld die wichtigſten ſind. Die Schiefer ſind reich an Eindrücken foſſiler Fiſche; auch einige Saurier hat man darin entdeckt. Die Ausbeutung der ſehr dünnen Schichten iſt äußerſt beſchwerlich, und trägt auch hier, wie im Saarbrückiſchen, den Namen der Krummholzarbeit.

Ueber dem Kupferſchiefer liegt der Zechſtein, ein thoniger, grauer §. 3
Kalkſtein mit erdigem Bruche, der zuweilen Quarzfragmente, häufig ziemlich bedeutende Thonzellen beſitzt und einige wenige Foſſilien enthält. Er hat eine mittlere Mächtigkeit von etwa 20 Metern, iſt aber eine äußerſt beſtändige Schicht, die überall einen vortrefflichen Leiter abgiebt.

Die Schichten der Rauchwacke, welche höchſtens 10 bis 15 Meter §. 3
Dicke haben, dehnen ſich über dem Zechſteine aus. Es iſt dieſe Rauchwacke ein wahrer Dolomit mit ziemlich bedeutendem Bittererdegehalte, von rauchbrauner oder grauer Farbe, zelliger Structur und rauh beim Anfühlen, wie alle Dolomite. Nur ſelten zeigt er ſich oolithiſch, meiſt iſt der Bruch ſplitterig oder ſelbſt breccienartig, und die zellenartigen Höhlungen in ſeinem Inneren ſind meiſt ungleich, länglich, der Schichtfläche nach geſtreckt. Zuweilen ſind dieſe Zellen mit bräunlichem Pulver ausgefüllt. Die Mächtigkeit der Schichten richtet ſich ganz nach der Menge und Größe der darin entwickelten Zellenräume, ſo daß man glauben ſollte, dieſe hätten den Kalkteig wie durch eine Art Gährung in die Höhe getrieben. Da wo die Rauchwacke compact, oolithiſch oder ſplitterig iſt, und keine oder nur ſehr wenige Zellen hat, zeigt ſie nur 1 bis 2 Meter Mächtigkeit; während bei ſehr zelliger Beſchaffenheit ſie 15 bis 16 Meter haben kann, da zuweilen ſogar Zellen von einem Meter Durchmeſſer ſich finden.

Ueber der Rauchwacke liegt noch eine Schichtenfolge mannichfach ver- §. 3

änderter Kalksteine, welche in ihren unteren Lagen sich als ein leicht zerreiblicher, pulveriger, dolomitischer Kalk darstellen, der im Mansfeldischen unter dem Namen Asche bekannt ist. Es ist ein Pulver von krystallinischem Ansehen, das Stücke von Rauchwacke und von dem überliegenden Stinkkalke enthält, zuweilen schieferig wird und dann den Namen Schaumschiefer trägt und offenbar einen Detritus darstellt, der sich im Wasser unvollständig cämentirt hat. Die Asche geht durch allmähliche Uebergänge in den Stinkstein über, einen schwarzgrauen oder gelbgrauen Kalk, der beim Zerschlagen einen ziemlich starken, stinkenden Geruch entwickelt, viel Bitumen und Nieren von Dolomit und Rauchwacke enthält und in seinen oberen Lagern mit bedeutenden Schichten von Gyps abwechselt, in welchem zwar kein Steinsalz mehr gefunden wird, der aber nichts desto weniger dessen enthalten haben mag, da viele ausgewaschene Höhlungen in ihm vorkommen (sogenannte Schlotten) und auch einige Salzquellen noch jetzt in diesem Gypse zu Tage kommen. Der Gyps enthält außerdem mancherlei Mineralien, namentlich Eisenoxydhydrat, und ganz auf der Höhe der Formation findet sich oft ein graublauer Mergel oder Letten, der Nieren und Concretionen von Dolomit und Gyps enthält.

194. Das Ansehn der gesammten Formation, welche sich mit den angegebenen Charakteren in Deutschland findet, zeigt eine große Mannichfaltigkeit der mineralogischen Beschaffenheit bei geringer Mächtigkeit, und die Menge bituminöser und schwefeliger Stoffe, die Dolomite, die zelligen Höhlen u. s. w. zeigen, wie schon oben bemerkt, daß die chemischen Processe zu der damaligen Zeit eine große Bedeutung erreicht hatten. Indeß darf man wohl auch nicht zu weit in der Schätzung dieser Phänomene gehen und die Armuth der Formation an Fossilien einzig diesem Umstande zuschreiben.

195. Das permische System ist in Deutschland an mehren Punkten ziemlich bedeutend entwickelt, nimmt aber nur geringen Raum auf den geologischen Karten ein, da es nur in schmalen Streifen zu Tage kommt, indem es sogleich von den neueren Schichten überdeckt wird. Es tritt namentlich in der Umgebung des Odenwaldes und Taunus, des Harzes und Erzgebirges, des Riesengebirges und Böhmerwaldes in einzelnen schmalen Streifen hervor, die, obgleich häufig unterbrochen, dennoch in ihrer Gesammtheit eine gewisse Continuität ahnen lassen und zeigen, daß das System bedeutende Strecken in der Tiefe erfüllt, aber, von den nachfolgenden Schichten überdeckt, nur im Contacte mit den Gebirgen, welche die Schichtenfolge durchbrechen, zu Tage kommt. An allen diesen Orten besteht es hauptsächlich aus Roth-Liegendem. Der Zechstein zeigt sich hauptsächlich in zwei schmalen Linien, die eine längs dem Südrande des Harzes, die andere am Nordrande des Thüringerwaldes.

196. In England findet sich das System mit Charakteren wieder, die durch-

aus denen von Deutſchland ähnlich ſehen, und zwar hauptſächlich längs dem Oſtrande des großen Kohlenzuges, der England von Süd nach Nord durchſchneidet.

Unmittelbar auf dem engliſchen Kohlenſandſteine und auf dem Millstone grit liegen ziemliche mächtige Schichten eines rothen grobkörnigen Sandſteines oder ſelbſt dickklumpigen Conglomerates, das eine thonige Grundmaſſe hat, die zuweilen ſich ſo entwickelt, daß der Sandſtein in förmliche Thonlager ſich umwandelt. Meiſt enthalten dieſe Conglomerate eine große Menge von Fragmenten der in der Nähe anſtehenden älteren Geſteine und ſind, wie in Thüringen, mit porphyriſchen Geſteinen vergeſellſchaftet, die ſich in ganz ähnlicher Weiſe zeigen, wie im Mansfeldiſchen. Die Conglomerate bilden die unteren Schichten des rothen Todtliegenden in England; die höheren Lager ſind meiſt feinkörniger und mit Thonen gemengt.

Auf dieſen Sandſteinen liegen ſchieferige Mergel und dunkelſchwärzliche Schieferthone, die meiſt bituminös ſind, hie und da auch magere unreine Kohlenlager zeigen, und in ihrem ganzen Verhalten ſehr den thüringiſchen Kupferſchiefern gleichen, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie keine Kupfererze enthalten. Man findet darin dieſelben Fiſchabdrücke, wie in den Kupferſchiefern, und es iſt kein Zweifel, daß ſie dieſen aſſimilirt werden müſſen.

Dieſen Thonſchiefern folgen dann mächtige Schichten eines hellgrauen, dolomitiſchen Kalkſteines von zelliger Structur, bald mehr compact, bald erdig, gemengt mit unregelmäßigen Schichten reinen Kalkſteines, der keine Bittererde enthält, und mit Lagern ſandigen Dolomites von gelber oder röthlicher Farbe, der zuweilen ſchieferig wird und Platten bildet. Dies iſt der Magnesian limestone der Engländer, der nur ſehr wenig Foſſilien enthält, wie die bittererdehaltigen Kalke im Allgemeinen, oft eine Mächtigkeit von 300 Metern und mehr erreicht, und ohne Zweifel dem Zechſteine, der Rauchwacke und der ganzen Folge dolomitiſcher Kalkſteine, die ſich in Deutſchland finden, paralleliſirt werden muß.

In den Vogeſen findet ſich das permiſche Syſtem in ziemlicher Ausdehnung längs der centralen Maſſen des Gebirges auf beiden Abhängen, und zwar in Form zweier verſchiedener Sandſteine, deren unterſter dem rothen Todtliegenden entſpricht, während der oberſte eine eigene Formation bildet, die über dem Zechſtein ihre Stelle einnimmt und unmittelbar vor den triaſiſchen Gebilden hergeht. Dies iſt der Vogeſenſandſtein, der in ähnlicher Weiſe, wie in den Vogeſen, auch in dem Schwarzwalde entwickelt iſt. Vielleicht auch, daß beide Gebilde, der Vogeſenſandſtein und der Zechſtein, äquivalente Formationen ſind, und daß zu derſelben Zeit, wo im Norden Deutſchlands der Zechſtein ſich abſetzte, im Süden der Vogeſenſandſtein ſich ausbildete. §. 39

Die älteren Formationen sind nur in einzelnen Fetzen hie und da in den Vogesen entwickelt und die Hauptmassen der Gehänge zu beiden Seiten werden von rothen Sandsteinen gebildet, welche unten Conglomerate bilden, zwischen denen sich Porphyre ergossen haben, die zuweilen in prismatischen Säulen abgesondert sind. Offenbar entsprechen diese Schichten dem rothen Todtliegenden, sie sind namentlich auf der Nord- und Nordwestseite der Vogesen in Form eines mehr zusammenhängenden Gürtels entwickelt, während im Süden und Osten dieser Gürtel mannichfach zerrissen und zerstückt ist durch tiefe Querthäler, welche bis zu dem ungeschichteten Centralkerne reichen.

398. Auf dem rothen Todtliegenden findet sich nun ein anderer Sandstein von feinem, meist eckigem, krystallinischem Korne, dessen Bruchflächen lebhaft in der Sonne glänzen und spiegeln, mit wenig zerstreuten Glimmerblättchen und von lebhaft ziegelrother Farbe, die zuweilen in's Violette oder Braune übergeht und oft mit Grün abwechselt. Die Schichten sind unter einander durch Größe ihrer eckigen Quarzkörner, durch mehr oder minder bedeutende Entwickelung des thonigen, eisenhaltigen Bindemittels verschieden, und hie und da finden sich sogar Puddinge und Conglomerate, welche ihrer Härte wegen längs den Thalwänden vorspringende Reifen bilden. Die Schichtung dieses Sandsteines ist im Allgemeinen dem rothen Todtliegenden parallel, und die Unterscheidung ist in den Vogesen, sowie im Schwarzwalde nur durch die mineralogischen Charaktere bedingt, wo denn namentlich die besondere Häufigkeit thoniger Schichten in dem rothen Todtliegenden in's Auge zu fassen ist.

Der Vogesensandstein, in dem man noch keine Fossilien entdeckt hat, findet sich in ganz ähnlichen Verhältnissen in dem Schwarzwalde, vielleicht auch in England an einigen Stellen, wo man ihn noch nicht von den unterliegenden Gebilden getrennt hat. So kommen in der Nähe von Liverpool Schichten eines rothen Sandsteines vor, die, ihrer Lage nach, wahrscheinlich den Schichten der Vogesen entsprechen.

99. In Rußland ist das permische System namentlich in der neuesten Zeit in ungeheurer Ausdehnung zwischen dem Kohlenkalke des westlichen Rußlands einerseits und dem Ural andererseits nachgewiesen worden, und der von dem Gouvernement] Perm entnommene geographische Name ist ohne Zweifel dem früheren vorzuziehen. Murchison, de Verneuil und Graf Keyserling haben namentlich durch die Fossilien, welche sie in diesen Schichten entdeckten, die Analogie dieser Gesteine mit dem Zechsteine Deutschlands nachgewiesen. Das System besteht hier aus alternirenden Schichten von Gyps, Mergel, Kalksteinen, rothen Sandsteinen und Conglomeraten, unter

welchen im Allgemeinen die Sandſteine überwiegen. Alle dieſe Schichten liegen faſt völlig horizontal in normaler Stellung, ſo wie ſie ſich in dem Becken abſetzten, ſie gehen nach oben allmählich völlig in einen rothen Sandſtein über, deſſen Analogie mit dem Vogeſenſandſtein wohl nicht zu verkennen iſt. Auffallend iſt es, daß auch in dieſen Schichten ſchwefelige Kupfer- und andere Metallerze, ſowie Steinkohlenablagerungen von geringem Werthe eine bedeutende Rolle ſpielen, ein Beweis, daß auch dieſe Schichten unter demſelben Einfluſſe chemiſcher Verhältniſſe ſich abgeſetzt haben, wie die Schichten des Kupferſchiefers im nördlichen Deutſchland.

Unter den Foſſilien des permiſchen Syſtemes verdienen beſonders aufgeführt zu werden: §. 40

Cyathophyllum profundum.	Trochus antrinus.
Fenestella anceps, antiqua.	Limulus oculatus.
Encrinites ramosus.	Janassa angulata
Terebratula elongata, Schlotheimii.	Acrodus larva (Dictaea striata),
Spirifer undulatus, cristatus.	Fig. 153.
Chonetes sarcinulata.	Palaeoniscus Freieslebeni, comtus.
Productus horridus, Fig. 151 u.	Platysomus gibbus.
152., Cancrini.	Acrolepis Dunkeri.
Modiola Pallasi.	Pygopterus Humboldti.
Avicula keratophaga, antiqua.	Protorosaurus Speneri.

Die Fauna des permiſchen Syſtemes fällt den vorhergehenden Syſtemen gegenüber durch eine ungemeine Armuth an Foſſilien auf, und wenn gleich die neueren Entdeckungen in Rußland, wo die Schichten noch in ihrer urſprünglichen Lage ſich befinden, die Zahl der bekannten Petrefacten um mehr als das Dreifache vermehrt haben, ſo bleibt dennoch eine große Seltenheit von Foſſilien. Polypen ſind nur ſelten; Steinpolypen, welche Corallenbänke bilden, ſind gar nicht vorhanden; von Crinoideen nur unbedeutende Bruchſtücke aufgefunden; Auſterbänke wurden noch nicht gefunden; die wenigen Muſchelarten, welche die permiſchen Meere bevölkerten, ſind meiſt ebenſo einſam und zerſtreut, als die Polypen. Die Brachiopoden allein erſcheinen in größerer Zahl und von Bedeutung. Die Producten hören mit dem permiſchen Syſteme auf; alle diejenigen, welche ſich in dieſem Syſteme finden, zeigen Stacheln auf der Oberfläche. Die Natur dieſer Stacheln iſt noch nicht gehörig ergründet; es ſind hohle Röhren, die zuweilen wie gegliedert erſcheinen, deren Zweck und Beſtimmung aber unermittelt iſt. Eine beſonders charakteriſtiſche Art, die überall den Zechſtein und den Magnesian limestone der Engländer bezeichnet, iſt der Pro- §. 40

ductus aculeatus (horridus). Die Gasteropoden und die Kopffüßler sind ebenso selten an Individuen, als an Arten; die Trilobiten fehlen durchaus und scheinen durch Crustaceen anderer Art, nämlich durch limulusartige Geschöpfe, ersetzt.

Fig. 151.

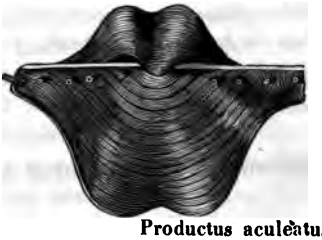
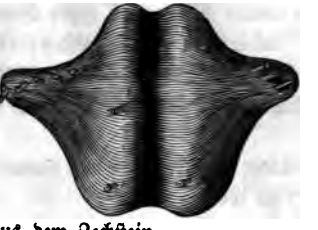


Fig. 152.



Productus aculeatus. Aus dem Zechstein.

§. 402. Die Fische des permischen Systemes zeichnen sich vor den anderen Fossilien sehr aus und scheinen auch, an einigen Orten wenigstens, in großer Anzahl vorhanden. Ein berühmter Fundort ist der Kupferschiefer des Mansfeldischen, wo mannichfache Arten von Palaeonisken namentlich und Platysomen gefunden werden. Die Aehnlichkeit dieser Fische mit den Lepidoiden der Kohlenformation, namentlich mit den Palaeonisken der Binnenmulden, und die Gegenwart von Kohlenablagerungen in dem Mansfeldischen ließ lange diese Gebilde mit denen von Saarbrück parallelisiren, bis ein genaueres Studium der Eigenthümlichkeiten nachwies, daß die Palaeonisken des Kupferschiefers durchaus von denen des Kohlensandsteines durch prägnante Art-Charaktere unterschieden seien. Im Uebrigen haben die Fische des permischen Systemes viele Aehnlichkeit mit denjenigen der Kohlenzeit; die Cestracioten sind durch analoge Arten vertreten, von denen wir eine, die für den Zechstein charakteristisch erscheint, hier abbilden; die Sauroiden zeigen nicht einmal ein neues Geschlecht, sondern nur verschiedene Arten, und die Cölacanthen sind ebenfalls nur durch wenige eigenthümliche Arten vertreten.

Fig. 153.

Zahn von Acrodus larva (Dictaea striata). Von Richelsdorf und Thalitter.

§. 403. Das permische System ist das einzige unter den paläozoischen Systemen, welches Reste von Reptilien aufzuweisen hat, die durch ihre Charaktere manche auffallende Eigenthümlichkeit zeigen. Das einzige bekannte Geschlecht ist der Protorosauraus aus den Kupferschiefern von Mansfeld, wo seine Knochen in Gemeinschaft mit den Fischresten vorkommen. Diese Reptilien glichen in ihrer Größe und Gestalt den Monitoren oder Warneidechsen; sie hatten lange, dünne, cylindrische Zähne, die in abgesonderten Alveolen

in die Zahnhöhlen eingepflanzt waren, und bilden ſomit einen merkwürdigen Uebergang zu den krokodilartigen Reptilien, die einzig unter den jetztlebenden Thieren dieſer Klaſſe eingepflanzte Zähne haben.

Die paläozoiſche Gruppe im Allgemeinen.

Aus den Verhältniſſen der Pflanzen- und Thierformen, welche in den §. 404
paläozoiſchen Perioden lebten, laſſen ſich mehre für die ſpeculative Geologie ſehr weſentliche Schlüſſe ziehen, auf welche wir hier nur im Vorbeigehen aufmerkſam machen können, uns vorbehaltend, ſpäter in einem Geſammtbilde die phyſiſche und organiſche Conformation einer jeden geologiſchen Epoche zuſammenzufaſſen.

Vor allen zeigt die Fauna und Flora jedes einzelnen Syſtemes eine auffallende Gleichförmigkeit in ihrer Ausbreitung über die Erde. Wo man auch paläozoiſche Gebilde nachgewieſen haben mag, in Europa oder Aſien, Amerika oder Auſtralien, an dem Cap der guten Hoffnung, wie an der Melvilles-Inſel oder in Bolivien, überall treten Thiere und Pflanzen in denſelben Arten auf, und nur hie und da giebt es einzelne, einer beſonderen Gegend eigenthümliche Arten, während die Mehrzahl der Species durchaus gleichförmig über die ganze Erde verbreitet iſt. Dieſe ausgebreitete Vertheilung derſelben Pflanzen und Thierformen über die verſchiedenſten Zonen iſt um ſo auffallender, wenn man ſie mit den jetzigen Verhältniſſen der Verbreitung der organiſchen Weſen vergleicht. Während wir jetzt ſtreng abgeſonderte Zonen beſitzen, die ihre eigenthümlichen Faunen und Floren aufzeigen, während jedes Land, nicht nur ſeiner geographiſchen Lage und den dadurch bedingten klimatiſchen Verhältniſſen nach, ſondern auch je nach den verſchiedenen Höhen und der verſchiedenen Conformation ſeines Reliefs durchaus für ſich beſtehende Pflanzen und Thierformen beſitzt, ſo zeigte ſich in der paläozoiſchen Periode gerade das Gegentheil, und es darf daraus geſchloſſen werden, daß nicht nur die Klimate auf der Erde zu der damaligen Zeit keine weſentlichen Unterſchiede zeigten, Pole und Aequator vielmehr dieſelben klimatiſchen Verhältniſſe darboten, ſondern auch, daß das Relief des Bodens überhaupt ſo ziemlich daſſelbe war auf allen Theilen der Erde.

Es fragt ſich, wie dieſe Gleichförmigkeit des Klima's auf der Erde zu §. 405.
erklären ſei, und dieſe Frage hat in der That die Geologen nicht wenig beſchäftigt. Man hat geglaubt, dieſelbe durch eine veränderte Lage des Aequators und der Pole erklären zu können, indem man annahm, daß die Stellung der Erde zur Sonne eine andere geweſen ſei. Allein man braucht nur die Vertheilung der verſchiedenen Punkte, auf welchen das paläozoiſche Syſtem bis jetzt nachgewieſen worden, in's Auge zu faſſen, um ſich zu überzeugen, daß es vollkommen unmöglich iſt, einen Aequator ſo zu legen,

daß alle dieſe Punkte in einem tropiſchen Klima ſich befanden und ſomit zur Erzeugung der Fauna und Flora jener Epoche tauglich waren.

Man könnte freilich hier einwerfen, daß zur Erzeugung organiſcher Weſen, welche denjenigen der paläozoiſchen Gruppe analog ſind, keine eigentlichen tropiſchen Klimate gehören, indem auf den Hochebenen und an den Bergabhängen Südamerika's, ſowie auf Neu-Seeland, noch baumartige Farrenkräuter ebenſo gut gedeihen, als in den tiefer gelegenen Gegenden, während doch die mittlere Jahrestemperatur dieſer Oertlichkeiten nicht über 4 bis 10 Grade erhaben iſt. Die Flora der Kohlenperiode alſo, mit ihren baumartigen Farren und Monocotyledonen hätte ebenſo gut in einem ſolchen ſehr gemäßigten Klima fortkommen können, als in einer weit heißeren Temperatur.

§. 406. Dieſer Einwurf indeß beſtärkt nur die totale Zurückweiſung einer Annahme, welche die Lage des Aequators ändern läßt, und ſomit die kälteren Klimate etwa in die jetzige Südſee, und die heißeren Tropen in einen durch die Pole geſchlungenen Gürtel verlegt. Die jetzigen Klimate auf der Erde unterſcheiden ſich in der That weit weniger durch die Hitze, welche im Sommer herrſcht, als vielmehr durch die Kälte des Winters und der Nächte. Ein der Sonne ausgeſetztes Thermometer wird in Petersburg in den heißen Sommertagen nicht viel unter dem Hitzegrade bleiben, welchen es an dem Aequator anzeigen würde, während die Differenz im Winter ungemein groß ſein wird. Wenn man die Oscillationen der Temperatur an den verſchiedenen Localitäten in Geſtalt von Linien darſtellt, ſo erſcheinen die Wellenbiegungen der ſo gezeichneten Curven nur ſehr gering in den Tropengegenden, während an den Polen ſie ungemein weit ausgezogene Zickzacklinien darſtellen. Die durch die Lage der Erdaxe und des Aequators bedingten Klimate unterſcheiden ſich alſo gerade durch die ungleiche Vertheilung der Temperatur während der Zeit eines ganzen Jahres und die davon abhängenden Verſchiedenheiten der Floren würden nicht exiſtiren, ſobald man an den Polen dieſelbe Sommerhitze, welche nur eine ſehr kurze Zeit andauert, während des ganzen Jahres forterhalten könnte. Die ungleiche Vertheilung des Lichtes kommt hier zwar auch in Betracht, aber doch weit weniger, als die der Wärme, und die Erfahrung hat bewieſen, daß trotz der faſt halbjährigen Nacht in Archangel in den dortigen Gewächshäuſern auch Pflanzen der ſüdlichen Zone vollkommen gut gedeihen. Die Veränderung der Lage des Aequators, welche man hat annehmen wollen, würde demnach keine anderen Folgen haben, als die, daß die jetzt an den Polen herrſchenden ungemein großen Oscillationen der Temperatur an andere Stellen verſetzt und die gleichförmigen Schwankungen der Tropentemperaturen in andere Localitäten verlegt würden. Die geſammte Temperatur der Erde aber würde durch ſolche Abänderung der Lage der Erdaxen nicht verändert werden und

nie ein gleichförmiges Klima über die ganze Erde verbreitet werden, wie es doch durch die paläozoische Flora und Fauna geboten ist.

Wir sind demnach gezwungen, anzunehmen, daß die gleichförmige Temperatur, welche zur paläozoischen Zeit auf der Erde herrschte, durch andere Umstände bedingt war, als durch den Einfluß der Sonne, und daß diese Verhältnisse mächtig genug waren, um die jetzt an den Polen herrschenden erkältenden Ursachen aufzuheben und auf diese Weise eine gleichförmige Temperatur auf der ganzen Erde herbeizuführen. Offenbar muß in der Erde selbst der Grund zu dieser Gleichförmigkeit gesucht werden, und in der That ergiebt sich dieser Zustand von selbst aus den im ersten Kapitel angestellten Untersuchungen über die innere Erdwärme. Wie schon oben angeführt wurde, sind zwar die aus den Berechnungen erhaltenen Zahlenresultate nicht unumstößlich genau, da die Elemente, worauf sie beruhen, einiger Modificationen fähig sind; allein sie sind immer genau genug, um Schlüsse zu erlauben, deren Richtigkeit wohl nicht angefochten werden kann. §. 407

Die Oberfläche einer erhitzten Kugel verliert im Anfange ihrer Erkältung mehr Wärme, als der innere Kern, sie erkaltet deshalb schneller, und bald dreht sich das Verhältniß in der Art um, daß der Kern verhältnißmäßig mehr Wärme verliert, als die Oberfläche. Zu einer gewissen Zeit muß demnach ein Gleichgewichtsmoment stattfinden, wo Kern und Oberfläche gleichviel Wärme verlieren. Bei der Erde trat, den vorhandenen Berechnungen zufolge, dieser Moment zu einer Zeit ein, wo die Wärmezunahme auf jeden Meter Tiefe $1^0{,}689$ C. betrug. Der Boden, dessen Temperatur jetzt etwa der mittleren Temperatur der Luft gleich ist, war damals um $1^0{,}597$ C. wärmer als diese, und die Wärmeausströmung, welche in unserer Zeit eine Schicht von etwa 6 Millimeter Eis auf der Oberfläche des Bodens im Jahre schmilzt, würde zu jener Zeit mächtig genug gewesen sein, etwa einen Fuß Eis im Jahre zu schmelzen. §. 408

Die directe Erhöhung der Klimate um anderthalb Grade durch die innere Erdwärme etwa würde demnach nicht hingereicht haben, um nur in unseren Gegenden eine tropische Bodentemperatur hervorzubringen, und auch die statthabende Schmelzung von einem Fuß Eis an der Erdoberfläche würde nicht bedeutend genug gewesen sein, um die Bildung des Polareises vollständig zu verhindern, obgleich sie jedenfalls bedeutend zu der Verminderung dieser Kälteursache würde beigetragen haben. Der directe Einfluß der Erdwärme würde demnach in dem angegebenen Zeitpunkte, der wohl noch vor die Bildung der ersten Sedimentgesteine fällt, nicht hingereicht haben, um den Einfluß der Sonne auf Erzeugung der verschiedenen Klimate aufzuheben oder verschwindend klein zu machen. §. 409

Anders aber verhält es sich mit den indirecten Folgen dieser Verhältnisse. Bei einer Wärmezunahme von $1^0{,}689$ C. auf den Meter Tiefe, §. 410

mußte in tausend Metern Tiefe schon eine Temperatur von 1689 Graden, d. h. eine Temperatur herrschen, welche die meisten Felsarten in breiig weichem Flusse erhält, und die feste Erdrinde konnte demnach damals höchstens 1000 Meter Dicke haben. In hundert Metern Tiefe schon war die Bodentemperatur höher als der Siedepunkt des Wassers, während jetzt, bei einer mittleren Wärmezunahme von einem Grade auf 30 Meter etwa, man eine Dicke der Erdrinde von 3000 Metern durchsenken muß, um den Siedepunkt des Wassers zu erreichen. Heiße Quellen, oder vielmehr Quellen von Wasserdampf, gleich dem Geiser in Island, mußten demnach in großer Anzahl auf der Oberfläche der Erde existiren. Ist es ja doch eine ganz gewöhnliche Erscheinung, Quellen zu finden, welche etwa drei Grade über der mittleren Bodentemperatur zeigen, die somit aus etwa 90 Metern Tiefe kommen, und mithin zu damaliger Zeit kochende Quellen gewesen wären. Alle, auch nur aus geringer Tiefe kommenden Wasser mußten eine bedeutende Wärme besitzen, und deshalb auch eine weit größere Menge von Wasserdampf erzeugen, als jetzt der Fall ist.

§. 411. Auch die Wärme der Meere mußte unter solchen Bedingungen bedeutend erhöht werden. Die Tempetratur des Meeres in den heißen Gegenden sinkt sehr schnell in die Tiefe hinab und stellt sich bald auf einen permanenten Punkt, welcher einerseits durch das kalte Wasser, das vermöge seiner specifischen Schwere zu Boden fällt, und andererseits durch die aus dem Boden ausströmende Wärme bedingt wird. In unserer Zeit ist diese letztere Wärmequantität nur unbedeutend; damals betrug sie, wie oben bemerkt, um so mehr, je tiefer das Meer war, und man wird wohl ohne Uebertreibung annehmen können, daß in den Becken jener Zeit ein Wasser sich befand, dessen mittlere Temperatur etwa 30 Grade betrug; eine Annahme, die bei der schnellen Wärmezunahme in der Tiefe gewiß nur sehr mäßig erscheinen kann, selbst wenn man annehmen wollte, daß die Meere jener Zeit nicht so tief, als die unsrigen waren. Ein Meer von 30 Grad Wärme giebt aber nicht nur eine ungemeine Menge von Wasserdampf ab, sondern es hat auch eine weit größere specifische Leichtigkeit und somit auch eine viel bedeutendere Beweglichkeit seiner kleinsten Theile, so daß Strömungen, durch Temperaturunterschiede bedingt, weit leichter und intensiver sich ausbilden und eine gleichförmige Mischung des verschieden gewärmten Wassers sehr schnell herbeigeführt wird.

§. 412. Ein Beispiel der Wirkung solcher Strömungen in dem Meere haben wir an dem Golfstrome, der längs der östlichen Küste Amerika's nach Norden geht. Die Eisdecke, welche den Nordpol umgiebt, zeigt eine bedeutende Lücke an dem Orte, wo der Golfstrom auftrifft, und das Meer um Spitzberg ist nur aus diesem Grunde nicht mit ewigem Eise bedeckt. Statt eines warmen Stromes, der aus einem Meeresbecken entsteht, welches nur an

ſeiner Oberfläche bis zu einigen und 20 Graden erhitzt iſt, braucht es nur eines Stromes von einem Becken, deſſen ganze Maſſe auf etwa denſelben Wärmegrad erhitzt iſt, um das Polareis gänzlich zu ſchmelzen und dem Meere unter den Polen eine Temperatur mitzutheilen, welche von derjenigen unter dem Aequator nicht ſehr verſchieden iſt. Es iſt demnach nicht ſchwierig, einzig aus dieſer größeren Wärme des Meeres die gleichmäßige Vertheilung der marinen Pflanzen und Thiere auf der ganzen Oberfläche der Erde zu begreifen, da jeder erkältende Einfluß, welcher die Pole betraf, unmittelbar eine intenſive Strömung und Gegenſtrömung bedingen mußte, wodurch das erkältete Waſſer weggeführt wurde und warmes an ſeine Stelle kam.

Daß eine ſolche erhöhte Temperatur der Meere den bedeutendſten Ein- §. 413
fluß auf die Bodenwärme in der Nähe der Küſten haben mußte, verſteht ſich von ſelbſt. Allein auch im Inneren der, freilich nur wenig ausgedehnten Continente, die vielmehr nur Inſeln im Meere darſtellten, mußte eine bedeutende Erhöhung und Vergleichung der Temperatur durch die große Menge von Waſſerdampf, der ſich in der Luft befand, erzeugt werden. Es iſt bekannt, daß die Oscillationen der Temperatur an den Küſten weit unbedeutender ſind, als auf dem Feſtlande; Inſeln haben ſtets ein weit gleichförmigeres Klima, als unter gleichen Breiten gelegene Localitäten der Continente. Die Luft war, durch die bedeutende Menge von Waſſerdampf, den die heißen Quellen und das warme Meer lieferten, vollkommen geſättigt, und die Landpflanzen fanden deshalb ſtets jene Feuchtigkeit, die noch jetzt auf den Inſeln mehr Farren erzeugt, als im Inneren des Feſtlandes. Die geringſte Aenderung der Temperatur in der Luft mußte demnach Niederſchläge dieſes Waſſerdampfes als Nebel und Regen veranlaſſen. Sobald die Sonne den Horizont verließ, ſo ſchlugen die Waſſerdämpfe ſich nieder und die Pole erſchienen deshalb während der Polarnächte beſtändig in einen dicken Nebel gehüllt. Nun iſt es aber bekannt, wie ſehr die Gegenwart von Nebel oder Wolken gegen die Ausſtrahlung der Wärme des Bodens ankämpft, und man benutzt dieſe Erfahrung ſogar in praktiſcher Hinſicht bei dem Garten- und Landbaue mit vielem Vortheil. Die Ausſtrahlung gegen den heiteren Himmel iſt es, welche meiſt den Froſt und das Erfrieren der Pflanzen verurſacht, und um ſie zu verhindern, ſucht man in manchen Gegenden beim Anbruche der Nacht eine Wolken- oder Rauchſchicht über den durch den Froſt bedrohten Pflanzen zu erzeugen, um ſie durch dies einfache Dazwiſchenſchieben einer undurchdringlichen Schicht zu retten.

Dieſe Einhüllung der Pole in dichte Dunſtmaſſen, welche jede Wärme §. 414.
ausſtrahlung verhinderten, die lebhafte Zuſtrömung warmen Waſſers in dem Meere und die Menge der heißen Quellen, welche aus dem Boden prudelten, machten gleichſam aus ihnen ein ungeheures Gewächshaus, das

mit heißem Waſſer gewärmt war, deſſen Glasfenſter durch Nebelmaſſen gebildet wurden. Es läßt ſich auf dieſe Weiſe, durch indirecte Folgen der beſtehenden Verhältniſſe der inneren Erdwärme, leicht erklären, warum zur paläozoiſchen Zeit eine ſolche Gleichförmigkeit der klimatiſchen Verhältniſſe exiſtiren mußte. Daß dieſelbe auch in Hinſicht des Bodenreliefs beſtand, iſt leicht erſichtlich; es konnten bei der Dünne und leichten Biegſamkeit der Erdrinde keine bedeutenden Berge und Thäler beſtehen, ſondern nur geringe wellenförmige Einbiegungen, die von keiner Bedeutung waren.

§. 415. Die Temperatur des Aequators war demnach, aller Wahrſcheinlichkeit nach, zur paläozoiſchen Zeit nicht viel oder nur um einige wenige Grade höher, als jetzt, während die an den Polen wirkenden erkältenden Urſachen aufgehoben, und an die Stelle eines vereisten Meeres eine See von tropiſcher Temperatur, an die Stelle eines gefrorenen Bodens eine durch warme Quellen und Flüſſe geheizte Erde getreten war, und die Waſſerdämpfe, welche jetzt an den Polen in feſter Geſtalt ſich niederſchlagen, damals nur als Nebel in der kalten Zeit ſich condenſirten.

§. 416. Die bedeutende Menge von Waſſerdampf, welche zur paläozoiſchen Zeit in der Atmoſphäre exiſtiren mußte, bedingt wohl eine verhältnißmäßige Vermehrung der luftförmigen Hülle, und mit dieſer Vergrößerung der Atmoſphäre auch eine Vermehrung der Wärme, die indeß nicht ſo bedeutend geweſen ſein kann, als man vielleicht zu glauben geneigt ſein könnte. Bekanntlich ſtrahlen die Schichten der Atmoſphäre nicht ſo viel Wärme aus, als ſie einlaſſen, und auf dieſem Grunde beruht der Umſtand, daß die Wärme der Luft um ſo größer iſt, je näher ſie an der Oberfläche der Erde ſich befindet, je mehr Luftſchichten mithin der Wärmeſtrahl durchdrungen hat. Eine größere Atmoſphäre zieht demnach eine verhältnißmäßige Vermehrung der Wärme nach ſich, die indeß in dem Falle, der uns hier beſchäftigt, nicht bedeutend genug ſein konnte, um eine weſentliche Veränderung in den klimatiſchen Verhältniſſen nach ſich zu ziehen.

§. 417. Die eigenthümlichen Verhältniſſe der inneren Erdwärme zu der feſten Rinde des Erdkörpers ſelbſt, welche aus den oben entwickelten Thatſachen hervorgehen, ſcheinen beſonders auf die ſo häufige Ausbildung des Metamorphismus in den älteren Schichten einen überwiegenden Einfluß gehabt zu haben, und es verdienen dieſe Erſcheinungen, die ſpäter in ihrem Zuſammenhange dargeſtellt werden ſollen, wenigſtens einer kurzen Erwähnung.

Wie ſchon bei der vorhergehenden Beſchreibung der älteren Geſteine hervorgehoben wurde, finden ſich die Schichten nur an wenigen Orten in dem Zuſtande wieder, in welchem ſie urſprünglich abgelagert wurden, ſondern meiſt verändert mehr oder minder kryſtalliſirt, zuweilen ſelbſt geſchmolzen und überall mit Erſcheinungen, welche längere, anhaltende Einwirkung einer bedeutenderen Wärme zu beweiſen ſcheinen, ſowie auch verſchiedener

chemiſcher Actionen, deren genauere Definirung freilich vor der Hand noch ſehr unvollſtändig bleiben muß. Betrachtet man die Verhältniſſe genauer, ſo zeigt ſich, daß man alle dieſe Erſcheinungen von nachfolgenden Veränderungen urſprünglich in anderer Geſtalt abgelagerter Schichten in zwei große Gruppen theilen kann, je nach der Art der Einwirkung der verändernden Urſachen.

In dem einen Falle erſcheinen die metamorphiſchen Umwandlungen in §. 41
der Nähe vulcaniſcher Ausbrüche, verbunden mit Hebungen, Durchbrüchen und Injectionen plutoniſcher Maſſen und offenbar abhängig von localen Einwirkungen feuerflüſſiger Maſſen. Man kann dieſe Gruppe von Erſcheinungen mit E. de Beaumont unter dem Namen des zufälligen Metamorphismus zuſammenfaſſen. Ihre Würdigung wird an einem andern Orte ihre Stelle finden.

Als eine zweite Gruppe könnte man aber eine Reihe von Erſcheinungen als normalen Metamorphismus unterſcheiden und den Grund dieſer Gruppe in wenig Worten hier anzudeuten, dürfte um ſo zweckmäßiger ſein, als gerade nur in den älteren Geſteinen dieſer normale Metamorphismus vorzugsweiſe auftritt.

Es geht aus den oben mitgetheilten Thatſachen hervor, daß zu einer §. 41
Zeit, wo ſchon organiſches Leben auf der Erde beſtehen konnte, man ſchon in einer Tiefe von 1000 Metern eine Temperatur erreichte, welche hinlänglich war, um die meiſten Geſteine in feurigem Fluſſe zu erhalten, und daß die Erdrinde mithin damals kaum 1000 Meter Dicke haben konnte.

Ebenſo geht aus der Anhäufung der Kohlenſchichten, den Polypen, Korallen und Muſchelbänken der paläozoiſchen Meere und vielen anderen Thatſachen mit Gewißheit hervor, daß die Meere, worin ſich die paläozoiſchen Geſteine abſetzten, nur eine geringe Tiefe hatten und der Boden ſich graduell ſenkte. Nun haben aber die paläozoiſchen Schichten im Ganzen genommen, einige 1000 Meter Dicke, und offenbar genügte ſchon die Schwere eines nur wenig tiefen Beckens, den Grund deſſelben einzubiegen. Jede neu ſich abſetzende Schicht mußte, bei der verhältnißmäßig ſo unbedeutenden Dicke der Erdrinde, dieſe nach innen einbiegen und ſomit dem glühenden Kerne näher bringen. Die Folgen einer ſolchen Annäherung ſind leicht einzuſehen. Schon conſolidirte Maſſen kamen durch ſolche Einbiegungen auf's Neue in die Tiefe, wo ſie einer bedeutenden Hitze lange Zeit hindurch ausgeſetzt wurden, und während ſie in dieſer Iſotherme der feurigen Weichheit ſich befanden, wurde ihre Textur natürlich umgewandelt. Die ſtete ſucceſſive Einſenkung der paläozoiſchen Meeresbecken, welche aus der Würdigung der foſſilen Flora und Fauna dieſer Schichten ſich als nothwendige Folgerung ergiebt, ſteht demnach im ſchönſten Einklange mit den geognoſtiſchen Erſcheinungen, die ſich in den Geſteinen ſelbſt wahrnehmen

lassen. Je bedeutender irgendwo eine solche Einbiegung war, die ein paläozoisches Becken hervorrief, desto mehr der schon abgesetzten Schichten wurden in die Nähe der feurigen Flüssigkeit gebracht und dort in ihrer Zusammensetzung und Structur verändert. Daß aber eine erhöhte, lange anhaltende Wärme die Molecularbewegungen selbst in den starrsten Körpern bedeutend erhöht, und daß selbst in den festen Körpern, wie z. B. im Glase oder Eisen, auch in gewöhnlicher Temperatur die Molecule eine gewisse Beweglichkeit besitzen, wodurch sie sich in anderer Weise gruppiren, als sie anfangs waren, ist bekannt genug. Um eine paläozoische Schicht durchaus in ihrer Structur zu ändern, genügt aber sicher schon eine verhältnißmäßig geringe Hitze, wenn wenn sie nur lange genug anhält, und in dieser letzteren Beziehung führen die Berechnungen, die oben mitgetheilt wurden, zu Zeiträumen, die wahrlich unglaublich scheinen, und jedenfalls für solche Einflüsse hinlänglich ausgedehnt erscheinen. Der Metamorphismus vieler älteren Schichten erscheint, in dieser Art aufgefaßt, viel mehr als Regel, denn als Ausnahme, und die verschiedenen Gradationen dieses normalen Metamorphismus und seine endlichen Resultate möchten weit leichter unter bestimmte Gesetze gebracht werden können, als der zufällige Metamorphismus, bei welchem, wie es scheint, auch chemische Kräfte eine große Rolle spielten.

§. 420. Die Zusammensetzung der Atmosphäre scheint zu den paläozoischen Zeiten nicht ganz die gleiche gewesen zu sein, wie in unserer jetzigen Epoche, wenn gleich den nach demselben Urplane ausgebildeten Thier- und Pflanzenschöpfungen zufolge die Bedingungen des organischen Lebens dieselben waren. In den silurischen und devonischen Schichten findet sich das thierische Leben bei weitem überwiegend; die Thiere wimmeln in den versteinerungsführenden Schichten in ungeheurer Menge, während die Pflanzen, wenn auch vorhanden, doch in bedeutend geringerem Grade angehäuft waren. Dasselbe Verhältniß dauert noch während des Absatzes des Kohlenkalkes fort, und erst mit dem Kohlensandsteine beginnt jene staunenerregende Vegetation, deren Reste unsere Steinkohlenflötze bilden. Bekanntlich steht nun die Respiration der Thiere und Pflanzen gerade in umgekehrtem Verhältnisse zu der atmosphärischen Luft; die Thiere absorbiren Sauerstoff und hauchen Kohlensäure aus, die Pflanzen ziehen Kohlensäure an, verdichten den Kohlenstoff und entbinden Sauerstoff. Eine Atmosphäre, in welcher diese beiden Agentien durch gleichmäßige Entwicklung des Pflanzen- und Thierlebens einander das Gleichgewicht halten, wird demnach stets dieselbe Zusammensetzung darbieten, weil die von den Thieren gebildete Kohlensäure unmittelbar wieder von den Pflanzen zersetzt wird. Existirt dieses Gleichgewicht nicht, so wird allmählich auch die Zusammensetzung der Atmosphäre geändert, und der Entwicklung des einen oder anderen Reiches durch sich selbst eine Grenze gesetzt. Es scheint nun, als ob wirklich durch über-

wiegende Entwicklung thieriſchen Lebens in den ſiluriſchen und devoniſchen Schichten allmählich eine große Menge von Kohlenſäure in der Luft angehäuft worden ſei, und daß dieſe große Quantität eines den Pflanzen ſo nöthigen Gaſes dann die ſpätere üppige Vegetation der Kohlenformation begünſtigt habe. Es iſt bekannt, daß man Oeffnungen auf Wieſen z. B., durch welche kohlenſaures Gas entſtrömt, ſchon aus der Ferne durch die Ueppigkeit und Saftigkeit des umgebenden Raſens erkennen kann, und ganz ein gleiches Verhältniß mußte in der Steinkohlenperiode ſtattfinden, wo das Zurückſinken des thieriſchen Lebens auf eine Conſtitution der Atmoſphäre hindeutet, welche der Reſpiration der Thiere nicht förderlich geweſen zu ſein ſcheint.

Zur Unterſtützung dieſer Anſichten dient ferner noch der Umſtand, daß §. 421.
erſt nach der Exiſtenz dieſer üppigen Pflanzenbildung Thiere auftauchten, welche in der Luft lebten und atmoſphäriſche Luft unmittelbar einathmeten, während alle früher exiſtirenden Thiere im Waſſer lebten und auf Koſten der in dem Waſſer aufgelöſten Gaſe athmeten. Auch waren die erſten Luftathmer Reptilien, die bekanntlich mit weit geringeren verhältnißmäßigen Mengen von Sauerſtoff in der Luft leben können, als Säugethiere und Vögel. Die Meerbewohner zumal aber ſcheinen noch in Waſſer leben zu können, deſſen Gehalt an Sauerſtoff ſehr klein iſt und wo außerdem noch Gaſe von anderer, für Luftbewohner tödtlicher Beſchaffenheit in großer Menge aufgelöſt ſind. So iſt es bekannt, daß verſchiedene Ringelwürmer und Schnecken vorzugsweiſe nur unter Steinen leben, unter welchen das Waſſer mit Schwefelwaſſerſtoffgasgas faſt geſättigt erſcheint, daß Schnecken, Muſcheln, kleine Krebſe in ſumpfigem, ſehr kohlenſäurehaltigen Waſſern vortrefflich fortkommen, in welchen ſelbſt Fiſche zu Grunde gehen, und daß dieſe letzteren ſelbſt eine ſehr verſchiedene Empfänglichkeit für die Zuſammenſetzung der im Waſſer aufgelöſten Gaſe beſitzen, indem die einen ſehr bald im Waſſer ſterben, worin andere, namentlich die im Schlamme wohnenden Fiſche, ſehr gut fortleben können. Es ſind noch der vergleichenden Unterſuchungen zu wenig angeſtellt worden, um zu entſcheiden, bis wie weit die Zuſammenſetzung der im Waſſer aufgelöſten Gaſe ſich ändern könne, ohne das thieriſche Leben darin aufzuheben, und ebenſo wenig kennt man die zu dieſem Punkte nöthigen Bedingungen der Zuſammenſetzung der Atmoſphäre, aus welcher das Waſſer ſeine Gaſe auflöst; ſo viel aber ſcheint ſicher, daß eine Erhöhung des procentiſchen Kohlenſäuregehaltes der Luft, durch welche die Exiſtenz von Säugethieren und Vögeln unmöglich gemacht würde, durchaus keinen Einfluß auf die Exiſtenz von Seebewohnern haben dürfte, während auf der andern Seite durch eine ſolche Conſtitution der Atmoſphäre der Vegetation ein unendlicher Vorſchub geleiſtet wäre. Es liegt demnach in dieſer Annahme durchaus kein Widerſpruch mit dem üppigen thieriſchen Leben der ſiluriſchen und devoniſchen Zeit, und es ſcheint dieſes im Gegen-

theile durch seine Kohlensäurebildung die Pflanzenschöpfung der Kohlenzeit mitvorbereitet zu haben.

422. Indeß wäre es eine falsche Ansicht, annehmen zu wollen, daß die Kohlensäuremenge, welche sich auf der Erde überhaupt findet, nur durch das thierische Leben erzeugt sei. Dieses hat im Gegentheile nur den geringsten Antheil an ihrer Erzeugung, und es sind hauptsächlich die vulcanischen Erscheinungen, welche die meiste Kohlensäure liefern. In allen vulcanischen Gegenden kommen Quellen und Bäche vor, aus welchen ungeheure Quantitäten Kohlensäure ausströmen, und die Regelmäßigkeit dieser Ausströmungen, ihr Zusammenhang mit den vulcanischen Erscheinungen deutet darauf hin, daß sie aus dem Erdinneren kommen, und das Laboratorium der Kohlensäurebildung dort seinen Sitz hat. Die Thiere fixiren eine bedeutende Menge dieser Kohlensäure durch Bildung ihrer kalkigen Schalen, die aus kohlensaurem Kalke bestehen, und wenn man die ungeheuren Massen kohlensauren Kalkes bedenkt, die auf der Erde als Sedimentgesteine abgelagert sind, so sieht man ein, daß die darin im Zustande von Kohlensäure befindlichen Kohlenstoffmassen bei weitem die Steinkohlenflötze an Menge überwiegen. Eine leichte Rechnung lehrt in der That, daß eine Schicht kohlensauren Kalkes von einem Meter Dicke ebenso viel Kohlenstoff enthält, als ein Steinkohlenflötz von 24 bis 25 Centimeter Mächtigkeit und 1,30 specifischem Gewichte, und eine Anhäufung kohlensauren Kalkes von 1000 Metern Mächtigkeit, was in den jurassischen Kalken z. B. nicht selten ist, würde einem Flötze von 240 Metern Dicke entsprechen. Eine solche Mächtigkeit haben aber alle vegetabilischen Anhäufungen, welche in den Erdschichten vorkommen, zusammengenommen nicht, und es geht hieraus unwiderleglich hervor, daß die Thiere durch das Bauen ihrer Schalen mehr Kohlensäure fixirt haben, als die Pflanzen durch ihre Zersetzung desselben Gases und Reducirung zu Kohlenstoff. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß aller kohlensaurer Kalk nur dem thierischen Leben seine Existenz verdankt. Freilich ist dieses nicht so zu verstehen, als ob die Thiere den Kalk in ihrem Inneren erzeugten; eine durchaus falsche und allen Grundsätzen der Chemie widersprechende Ansicht, allein sie haben den im Wasser in Form von verschiedenen Salzen, besonders in salzsaurer Verbindung aufgelösten Kalk an sich gezogen und in Gestalt von kohlensaurem Kalke in ihren Schalen fixirt. Sie haben demnach den Kalk nicht erzeugt, wohl aber ist der thierische Organismus das Mittel gewesen, wodurch er in seiner jetzigen Gestalt der festen Erdrinde angeschlossen wurde.

II. Secundäre Gebilde.

6. Triaſiſches Syſtem.
7. Juraſſiſches Syſtem.
8. Kreideſyſtem.

6. Die Trias.

(Groupe triasique; triaſiſches Syſtem; das Salzgebirge; Terrain salifère.)

§. Die Gebilde dieſer großen Gruppe, welche namentlich im ſüdweſtlichen Deutſchland und Würtemberg insbeſondere durch eine ausgezeichnete Monographie Alberti's näher bekannt wurden, beſtehen aus drei ſehr beſtimmt von einander verſchiedenen Formationen, die von unten nach oben ſich in folgender Ordnung an einander reihen: Bunter Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper.

Fig. 154.

Schichtenfolge der Trias in Würtemberg.

1. Vogeſenſandſtein. 2. Bunter Sandſtein. 3. Wellenkalk. 4. Anhydritgruppe. 5. Muſchelkalk von Friedrichshall. 6. Lettenkohle. 7. Keupermergel. 8. Keuperſandſtein. 9. Lias.

Der bunte Sandſtein

(Grès bigarré; New red sandstone; Variegated sandstone)

§. gleicht im Allgemeinen in ſeinem äußeren Verhalten ſehr dem Vogeſenſandſtein, auf dem er meiſt in paralleler Schichtung aufruht, obgleich an einigen Stellen, wie namentlich bei Saargemünd auf dem Wege nach Forbach, eine abweichende Schichtung unverkennbar iſt. Der Parallelismus der Schichtung zwiſchen dem Vogeſenſandſteine und dem bunten Sandſtein iſt zwar im Kleinen ſehr deutlich ausgeprägt, betrachtet man aber die Formationen im Großen, ſo ergiebt ſich, daß er nur ſcheinbar iſt. Der Vogeſenſandſtein erſcheint in emporgehobenen Gipfeln, deren Schichten faſt horizontal geblieben ſind und an den Rißflächen mit ſteilen Abſtürzen enden, an derem Fuße dann die Schichten des bunten Sandſteines abgelagert ſind.

Der bunte Sandſtein (2 auf dem Durchſchnitte Fig. 154), wie er in der Umgebung des Schwarzwaldes und der Vogeſen auftritt, iſt meiſt

von rother Farbe, dunkler als der Vogesensandstein und meist thoniger, als dieser letztere. Das Korn ist sehr fein, der Glimmer in großer Menge vorhanden; auch Thonplatten sind häufig. Die unteren Schichten sind meist mächtiger, als die oberen, in welchen, bei zunehmender Dünne der Schichten, Glimmer und Thon die Ueberhand gewinnen.

In diesen höheren Schichten zeigen sich schöne Platten von einigen Zollen Dicke, die allmählich in Sandschiefer übergehen. Die obersten Schichten endlich sind sogenannte Schieferletten, rothe geschichtete Thone, die öfter in's Grüne und Graue spielen, und innerhalb welcher hie und da dolomitische Kalksteine vorkommen, welche den Uebergang zu dem Muschelkalke zu machen scheinen. Auch Gyps ist in den Schieferletten nicht selten; doch enthält er nur selten Salz, während in den Thonen selbst der Salzgehalt eine normale Erscheinung ist.

425. Die unteren, mächtigen Schichten des bunten Sandsteines geben einen vortrefflichen Baustein ab und die aus den Vogesen und dem Schwarzwalde erbeuteten Quadern haben von Basel an bis Cöln das meiste Material zu den gothischen Domen der beiden Rheinufer geliefert. Die Dome von Straßburg, Basel, Freiburg, Speier sind ganz aus solchem bunten Sandsteine gebaut, der durch seine tiefrothe Farbe, die an der Luft in ein dunkles Braunroth übergeht, auch in malerischer Hinsicht den Vorzug vor anderen Materialien verdient, wie er andererseits durch seine Festigkeit und seine Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung durch den Einfluß der Luft den Monumenten eine fast unbegrenzte Dauer sichert.

426. Die Mächtigkeit des bunten Sandsteines erreicht zuweilen tausend und mehr Fuß; zuweilen ist er auch auf einige dünne Thonschichten von wenigen Fußen zurückgedrängt. Die Ostseite des Schwarzwaldes ist durchaus, ohne Unterbrechung, von buntem Sandsteine bedeckt; an dem Fuße zeigt sich der Schieferletten als Saum, und je weiter nach Norden man vordringt, desto breiter wird die von dem bunten Sandsteine überdeckte Strecke. Der Odenwald ist zum größten Theile von ihm gebildet, und die Mulde, welche unter dem Neckarthale sich hinzieht, ist wahrscheinlich vollständig und nur von neueren Gesteinen überdeckt, wie dies so häufig geschieht. Ueberall im Odenwalde lehnt sich der Sandstein nach Westen hin auf Granit und Gneiß an, während er im Osten von dem Muschelkalke überdeckt wird, und zwar von den unteren Schichten des Wellenkalkes.

427. Im nordwestlichen Deutschland zeigt der bunte Sandstein eine einigermaßen verschiedene Zusammensetzung. Während im südwestlichen Deutschland der Sandstein um so kieseliger ist, je tiefer er liegt, und nach oben allmählich in plattenförmigen Thonsandstein und Schieferletten übergeht, so finden wir hier, unmittelbar auf dem Zechsteine, zuerst Schieferletten mit Einlagerungen von grobkörnigen Oolithen oder Roggensteinen, und auf diesen

Schieferletten erſt den eigenthümlichen feinkörnigen Sandſtein, der allmählich nach oben dünner geſchichtet wird und auf's Neue in eine mächtige Maſſe von Schieferletten übergeht; ſo daß demnach an vielen Stellen der Sandſtein zwiſchen zwei Lagern von Schieferletten eingeſchloſſen iſt. An anderen Orten iſt die untere Schieferlettenlage theils gänzlich durch die grobkörnigen Roggenſteine, theils durch Gyps erſetzt.

In dieſer Weiſe füllt der bunte Sandſtein den ganzen Raum zwiſchen dem rheiniſchen Uebergangsgebirge, dem Thüringerwalde, dem Harze und dem Voigtlande aus, wo er nur zuweilen von Baſalt oder Zechſtein durchbrochen oder von Keuper und Muſchelkalk überdeckt iſt. Den ſüdlichen Harz umzieht er ſo mit einem breiten, ununterbrochenem Bande, während er am nördlichen Harzrande als wenig vortretende Hügelreihe ſich darſtellt.

Fig. 155.

Trias zu beiden Seiten des Oberrheins.

In der Umgebung der Vogeſen ſtellt ſich der bunte Sandſtein ganz in §. 428.
ähnlicher Weiſe dar, wie in der Nähe des Schwarzwaldes und Odenwaldes,

so daß man füglich in geologischer Hinsicht diese beiden Gebirgszüge als eine einzige Masse ansehen kann, die in der Mitte gespalten ist, um das Rheinthal zu bilden, und auf deren östlicher Seite der Schwarzwald mit seinem Sandsteinmantel, auf der westlichen Seite die Vogesen in gleicher Ankleidung sich hinziehen. Der bunte Sandstein bildet einen langen Saum im Westen der Vogesen, der sich um den Vogesensandstein herumschlingt und weiter nach Westen vom Muschelkalke überdeckt wird.

429. Am wenigsten geeignet zum Studium der triasischen Formation ist das für andere Gebilde klassische England. Die kalkigen Gebilde, namentlich die ganze Reihe des Muschelkalkes, fehlen hier ganz, so daß das Roth-Liegende zuweilen, der Keuper aber immer mit dem bunten Sandsteine verschmilzt und so ein Ganzes bildet, dessen scharfe Trennung bei der mineralogischen Aehnlichkeit und der Seltenheit der Fossilien in den Schichten noch nicht mit Sicherheit konnte durchgeführt werden.

430. Besonders bezeichnend für den bunten Sandstein sind folgende Versteinerungen:

Voltzia heterophylla. Fig. 157 u. 158.
Albertia elliptica. Fig. 156.
Calamites arenaceus.
Aethophyllum speciosum, Fig. 159., stipulare.

Eigenthümliche Mollusken oder Wirbelthiere, welche nicht im Muschelkalke vorkämen, scheint man im bunten Sandsteine noch nicht gefunden zu haben. Indeß läßt die schlechte Erhaltung der thierischen Petrefacten meist keine genaue Bestimmung zu. Jedenfalls dürfte aber aus den bis jetzt vorliegenden Documenten hervorgehen, daß der bunte Sandstein, wenn auch in mineralogischer Hinsicht so unendlich verschieden, doch in paläontologischer von dem Muschelkalke nur insofern abweicht, als er hauptsächlich Pflanzenreste, der Muschelkalk thierische Reste enthält.

Der Muschelkalk

(Calcaire coquillier; rauchgrauer Kalkstein)

431. bildet überall auf dem Continente ein sehr beständiges Glied der triasischen Formation, dessen Charaktere sich überall ähnlich bleiben, so daß er einen vortrefflichen Anhaltspunkt bei geologischen Forschungen darbietet. Seinen Namen trägt er von der ungemeinen Menge von Muscheln und namentlich von Enkrinitenstücken, welche in ihm abgelagert sind.

Der Muschelkalk im Allgemeinen ist ein compacter Kalkstein von muscheligem Bruche und rauchgrauer Farbe, die zuweilen in's Gelbliche übergeht. Nur selten bietet er oolithische Structur dar, meist aber ist er mehr oder minder dolomitisch, namentlich in seinen unteren Schichten, wo er zuweilen in einen förmlichen erdigen Dolomit übergeht. Diese Dolomite wechseln häufig mit dolomitischen Mergeln ab und bieten im Ganzen weniger Versteinerungen dar, als die oberen Kalksteine. In der Umgegend des Odenwaldes sind diese tieferen, unmittelbar dem bunten Sandsteine aufliegenden Lager von dolomitischen Kalken, Mergeln und Mergelschiefern, welche am Schwarzwalde vorkommen, durch einen rauchgrauen, sehr dünnblätterschichteten Kalk ersetzt, dessen Schichten eine höchst auffallende Wellenform bieten, weshalb man ihn mit dem Namen des **Wellenkalkes** belegt. Thone von schwarzgrauer Farbe finden sich häufig zwischen diesen Wellenkalken, und ebenso Gyps bald in kleineren, bald in größeren Massen. Das Steinsalz zeichnet sich schon mehr aus, als in den Schieferletten.

§. Auf dem Wellenkalke (Fig. 154, 3) und den ihn ersetzenden Dolomiten, deren Mergelgehalt nach oben besonders bedeutender wird, liegen mächtige Lager von Salzthonen, mit stärkeren und schwächeren Anhydrit- und Gypslagern abwechselnd. An vielen Stellen ist das Steinsalz in dichteren Massen abgelagert, die bis zu 100 und mehr Fuß Mächtigkeit erlangen können. Der Anhydrit ist meist lichtgrau, öfters stark von Bitumen gefärbt, zuweilen schön blau; der Salzthon zuweilen sehr mächtig, meist dunkelgrau, und oft sehr weich; sein Salzgehalt ist sehr ungleich. Als untergeordnete Glieder zeigen sich in dieser **Anhydritgruppe** des Muschelkalkes (Fig. 154, 4 auf dem Durchschnitte), mit den Salzthonen und Anhydriten abwechselnd, schwärzlich graue Kalksteine, die oft durch starken Bitumengehalt in Stinkkalke übergehen, hie und da Kiesel- und Hornsteinnester, gelbliche Dolomite und Dolomitmergel, in welchen, sowie im Gypse, zahlreiche Höhlen vorkommen, die großentheils dem Auswaschen der Steinsalzmassen ihre Entstehung verdanken. Die Schichtung ist in den Thon- und Anhydritmassen meist verwischt und unkenntlich; nur hie und da lassen sich Spuren davon erblicken.

§. In diesem Gebilde finden sich die mächtigen Salzlager, welche die Quellen, Salinen und Bergwerke Würtembergs namentlich speisen. Ein Schacht bei Sulz am Neckar ergab folgende Schichtenfolge von oben nach unten, unmittelbar unter dem eigentlichen Muschelkalke von Friedrichshall:

1. Schmutzig gelbweißer, von Klüften und Spalten durchzogener Dolomitmergel mit Braunspath, Bitterspath und Quarzdrusen	17	Fuß —	Zoll.
2. Rauchgrauer Kalkstein	3	» —	»
3. Gelblich grauer, sehr weicher Mergel, nach unten in Thon übergehend; Fallen der Flötze nach Süden 27 Grad	2	» —	»
4. Gelblich grauer, etwas bituminöser Kalk . . .	1½	» —	»
5. Dunkel aschgrauer Stinkstein	1½	» —	»
6. Gelblich grauer Dolomit	2	» —	»
7. Stinkstein			
8. Weicher, thoniger Mergel	2	» —	»
9. Hornsteinnester mit Chalcedondrusen			
10. Thon mit Nestern von Dolomitmergeln . . .			
11. Dolomitmergel	2	» —	»
12. Hornstein in Nestern	—	» 5	»
13. Kalkschiefer in schwachen Flötzen, Thon, Kalkstein in Hornstein übergehend	7	» —	»
14. Thon und Mergel			
15. Quarznester			
16. Sehr fester, lichtaschgrauer Kalkstein			
17. Hornsteinnester	8	» —	»
18. Schwärzlich grauer Mergel			
19. Hornstein, bis 9 Zoll mächtig, mit Calcedondrusen			
20. Ungeschichteter Dolomit, wahrscheinlich ein Gang (nur auf der einen Seite des Schachtes) . .	—	» —	»
21. Dolomitmergel	3	» —	»
22. Gyps, Anhydrit, Thon	196	» —	»
23. Wellenkalk, nicht durchbohrt	35	» —	»
Mächtigkeit im Ganzen . .	280	» 5	»

Versteinerungen fehlen durchaus in der Anhydritgruppe.

434. Als oberstes Glied der Muschelkalkgruppe endlich zeigt sich der eigentliche rauchgraue Kalk oder Kalkstein von Friedrichshall (Fig. 154, 5 auf dem Durchschnitte) in den oben beschriebenen normalen Verhältnissen. Die unteren Lager dieses stets sehr regelmäßig geschichteten Kalkgebildes bilden sehr enkrinitenreiche Kalke (Calcaire à encrines), über welchen zuerst hie und da dünne Lager von oolithischen Kalken und dann die mächtigen Lager von rauchgrauem Kalke folgen, deren einzelne Schichten

von dünnen Mergellagern getrennt ſind. Nach oben gehen dieſe Kalke in gelbe, erdige Dolomite über.

§. 433. Der Muſchelkalk folgt in ſeiner Verbreitung überall dem bunten Sandſteine, auf welchem er unmittelbar auflagert. So erſcheint er am ſüdlichen Schwarzwalde in ſehr bedeutender Ausdehnung, bis nach Baſel hinüberziehend, längs des weſtlichen Schwarzwaldes nur in einigen ſehr unbedeutenden einzelnen Flecken; im Oſten des Gebirges aber als zuſammenhängende Decke auf dem bunten Sandſteine. Im Norden nimmt er eine breitere Fläche ein, die ſich an die bunten Sandſteine des Odenwaldes anlehnt, und ſo iſt auch die ganze Mulde zwiſchen Schwarzwald, Odenwald, Harz und Thüringerwald von Muſchelkalk ausgekleidet, auf welchen ſich in der Mitte Keuper auflagert, wodurch die lange Bande, welche von Baſel bis zum Fuße des Thüringerwaldes geht, in der Mitte durchbrochen ſcheint. Indeß iſt dieſe Unterbrechung nur durch Ueberlagerung bedingt, und überall läßt ſich auch da, wo nur Keuper zu Tage geht, die Gegenwart des Muſchelkalkes darunter durch Bohrverſuche nachweiſen. Dieſe wurden aber um ſo häufiger gemacht, als die faſt nie fehlenden Salzlager der Anhydritgruppe reichlichen Erſatz der aufgewandten Koſten verſprachen. Auch auf der ganzen Umgebung des Harzes, in Waldeck, den ſächſiſchen Herzogthümern ꝛc., bei Pyrmont, Göttingen, Halle ꝛc. zeigt ſich im Norden, wie im Süden ein Saum von Muſchelkalk, der überall dieſelbe Gliederung, dieſelben petrographiſchen Verhältniſſe, dieſelben Foſſilien darbietet. Aus ihm entſpringen die Salzquellen von Halle, Schönebeck, Sulze; in ihm ſtehen die Bohrlöcher von Buffleben, Stotternheim, und im Ganzen werden aus dem Muſchelkalke Deutſchlands im Durchſchnitte jährlich zwei Millionen Centner Salz gewonnen. Um zu zeigen, daß die Formation überall in Deutſchland dieſelbe ſei, ſetze ich hier den durch das Bohrloch bei Buffleben im Weimariſchen gewonnenen Durchſchnitt derſelben her.

Keupermergel	113½	Fuß.
Lettenkohle	21½	»
Friedrichshaller Muſchelkalk	319½	»
Kalkmergel mit Stinkſtein	48	»
Anhydrit	152½	»
Anhydrit mit Salz gemengt	23	»
Steinſalz (nicht durchbohrt)	22	»
	700	»

In Weſtphalen, zwiſchen dem Teutoburgerwalde und der Weſerkette bildet der Muſchelkalk einförmige Höhenzüge, eine weite Hochfläche dagegen in der Umgegend von Paderborn.

§. 434. Unter den charakteriſtiſchen Foſſilien des Muſchelkalkes ſind beſonders zu nennen:

Placodus gigas, Andriani. Fig. 170.
Acrodus Gaillardoti.
Hybodus plicatilis, Fig. 169., obliquus, tenuis. Fig. 168.
Gyrolepis Alberti, Fig. 172., maximus.
Saurichthys Mougeoti. Fig. 171.
Pemphix (Palinurus) Sueurii.
Ammonites undatus, cinctus, nodosus. Fig. 167.
Buccinum obsoletum, gregarium.
Natica Gaillardoti.
Mactra trigona.
Myophoria vulgaris, Fig. 163 u. 164., curvirostris, laevigata.
Pecten discites, laevigatus. Fig. 162.
Plagiostoma striatum.
Ostrea Schuebleri, spondyloides, compta.
Avicula socialis. Fig 165.
Terebratula vulgaris. Fig. 166.
Encrinites liliiformis. Fig. 160 u. 161.

§. 435. In der Lettenkohle:

Posidonia minuta.
Equisetum arenaceum.
Calamites arenaceus.
Taeniopteris vittata.

Der Keuper.

(Marnes irisées; Red marls.)

§. 436. Sowie in dem vorſtehenden Gebilde der Kalk, ſo herrſcht in dieſem der Mergel vor, und zwar Mergel von allen möglichen Farben, meiſt indeß grünlich oder röthlich, mit ſchieferigen Abſonderungen, die ſich häufig durch Spaltflächen in rhomboidale, von krummen Flächen begrenzte Stücke zerlegen.

Unmittelbar auf dem Dolomite des Muſchelkalkes findet ſich eine merkwürdige Gruppe von Schichten, die trotz ihrer geringen Mächtigkeit einen ſehr ausgebreiteten geognoſtiſchen Horizont darbietet, der ſich durch ſeine eigenthümliche Natur ſehr leicht unterſcheiden läßt, wenn er auch hie und da eine frappante Aehnlichkeit mit dem Steinkohlengebilde zeigt. Dieſe Gruppe, deren Stellung bei dem Muſchelkalke oder dem Keuper noch nicht ganz definitiv entſchieden iſt, hat den Namen der Lettenkohle (Fig. 154, 6 auf dem Durchſchnitte) erhalten. Sie beginnt mit dunkelgrauen, ſchieferigen Thonen, die oft ſehr bituminös ſind und allmählich in ſchwarze Kohlen von mattem, erdigem Bruche übergehen, die weich und fettig ſind, leicht verwittern, wobei ſie in ſcheibenförmige Bruchſtücke zerfallen, und beim Verbrennen eine große Menge blätteriger Thonaſche zurücklaſſen, ſo daß ſie nur ein ſchlechtes Brennmaterial darſtellen. Die Lager dieſer Lettenkohle wechſeln mit Mergelſchiefern ab und ſind auch von ſolchen überdeckt. Hie und

da finden ſich Gypslager in dieſen Mergelſchiefern. Auf dieſe folgen Sandſteine, welche hie und da Eiſennieren enthalten und wirklich oft täuſchend den Kohlenſandſteinen ähnlich ſehen, indem ſie meiſt durch eingeſprengte Kohle ſchwarzgrau gefärbt ſind und eine Menge von Pflanzenabdrücken enthalten, die indeß mit denjenigen des Kohlenſandſteines nicht identiſch ſind. Auch Coprolithen, Zähne und Schuppen von Fiſchen finden ſich häufig in dieſen Sandſteinen, welche von einer dünnen Schicht rauchgrauen Kalkſteines gekrönt werden, der dem Muſchelkalke ſehr gleicht.

Auf der Lettenkohle lagern die Schichten des eigentlichen Keupers, die man, je nach den prädominirenden Geſteinen, in untere **bunte Mergel** (Fig. 154, 7 auf dem Durchſchnitte), und in obere **Keuperſandſteine** (Fig. 154, 8 auf dem Durchſchnitte) eintheilen kann.

Unmittelbar über der Lettenkohle findet ſich ein ſchmutzig gelber oder §. 437.
rauchgrauer **Dolomit**, der durchaus in ſeinem äußeren Verhalten demjenigen des Muſchelkalkes gleicht, nur einen noch weit größeren Reichthum an Verſteinerungen darbietet. Zuweilen geht er in ſeinen oberen Schichten in Gyps, meiſt aber in eine Knochenbreccie über, die aus Coprolithen, Fiſch- und Saurierknochen, Zähnen und Schuppen zuſammengebacken iſt und zuweilen ſechs und mehr Fuß Mächtigkeit erlangt. Ueber dieſer Breccie liegen die **bunten Mergel** von vorherrſchend blaurother Farbe, mit ſcharf abgeſchnittenen grünen, gelben und blauen Adern. Meiſt ſind dieſe Mergel dünnſchieferig, mit Letten und Thon gemengt, und zuweilen findet man darin dünne Lager von Dolomit oder Sandſchiefer. Allgemein iſt Gyps in dieſen Mergeln verbreitet. Bald durchdringt er ſie ſo innig, daß eine Trennung unmöglich wird, bald wieder bildet er Stücke und Gänge, Zwiſchenlager und Verwerfungen, und unterſcheidet ſich von dem Gypſe des Muſchelkalkes durch ſeine lebhaften Farben. Steinſalz kommt überall in dieſen Gypsmergeln, aber in geringer Menge, vor.

Ueber dieſen Gypsmergeln beginnen allmählich **Sandſteine** ſich un- §. 438.
ter die Mergellager, welche ihren Charakter beibehalten, einzumiſchen. Anfangs iſt dieſer Sandſtein feinkörnig, mit thonigem Bindemittel von gelblich weißer Farbe, meiſt in fußdicken Schichten abgelagert, die treffliche Quaderſteine liefern und wegen ihrer vielen Pflanzenabdrücke **Schilfſandſteine** genannt wurden. In den oberen Lagern werden die Sandſteine grobkörniger, kieſeliger, und enthalten dann Neſter von Pechkohlen, die meiſt mit Schwefelkies und Bleiglanz vergeſellſchaftet und meiſt zu wenig bauwürdig ſind. Bedeckt wird endlich dieſer grobkörnige Sandſtein an einigen Orten, wie namentlich bei Tübingen, von einer wenig mächtigen Sandſteinbreccie, die ebenfalls aus einer Menge von Coprolithen, Fiſch- und Saurierreſten beſteht, aber offenbar, ihren Foſſilien nach, dem Lias angehört.

Der Keuper findet ſich im Weſten des Schwarzwaldes nur in einigen §. 439.

wenigen Thälern, dagegen im Osten in weit größerem Zusammenha
Indem er südlich unter den Lias der schwäbischen Alp hinabsinkt, läß
sich von Donaueschingen aus bis nach Norddeutschland hin verfolgen, üb
den Muschelkalk bedeckend und so das östliche Ufer der Mulde bildend,
von der schwäbischen Alp, dem fränkischen Jura, dem Schwarzwalde,
Harze und dem Thüringerwalde gebildet wird. In der Nähe von A
ist die Lettenkohlengruppe sehr ausgebildet und setzt sich nach dem schw
rischen Jura hin fort, wo der Keuper in einzelnen Aufbrüchen zu T
kommt. Im nordwestlichen Deutschland erfüllt der Keuper das Becken
Thüringen, die Mulde von Paderborn, den Raum zwischen dem Teuto
gerwalde und dem Weserthal, die Thalgründe von Göttingen, Eimbeck
folgt in schmalen Streifen dem Nordrande des Harzes, überall den M
schelkalk bedeckend und von diesem letzteren theilweise durchbrochen.

§. 440. In dem Keuper sind charakteristisch:

Mastodonsaurus Jaegeri. Fig. 173 bis 175.
Psammodus reticulatus.
Avicula lineata.
Equisetum arenaceum, Meriani.
Pterophyllum Jaegeri.
Pecopteris Meriani.

---

§. 441. Die triasische Gruppe im Allgemeinen ist in Frankreich nur wenig
wickelt. Sie bildet namentlich im Westen der Vogesen eine breite Zone,
in der Nähe der Kette selbst als bunter Sandstein hervorragt, während
ter nach Westen hin Muschelkalk und Keuper in Lothringen eine w
thonige, feuchte Ebene bilden, deren Schichten allmählich unter die juraſſi
Bande, welche das Pariser Becken umgiebt, sich hinabsenken. Auch
lassen sich die triasischen Schichten in die drei Glieder zerlegen, welch
Deutschland so sehr verschieden sind; auch hier findet sich der Reichth
an Steinsalz in der Trias, allein merkwürdiger Weise nicht in dem M
schelkalke, sondern in den unteren Schichten des Keupers. Der bu
Sandstein verhält sich wie in Deutschland; auf ihm ruht der rauchgr
Kalk mit muscheligem Bruche und den bekannten Fossilien, über welc
graue, blätterige Mergel liegen, die mit dolomitischen Kalken wechseln
viele Reptilienknochen enthalten. Auf diesen Mergeln und Dolomiten lie
nun andere grüne, graublaue oder violette Mergel, zuweilen mit Ligni
(Lettenkohle), mit compactem Gypse und Anhydrit und großen Mengen
eingestreutem Salze, das sich auch zuweilen in eigenen Schichten ans
melt. In diesen Mergeln findet sich ein eigenes Lager von dolomitisch
Kalke ohne Fossilien, das vortrefflichen hydraulischen Kalk liefert und ei

hr conſtanten Horizont bildet. Auf den Mergeln ruht ein gelblicher Sand-
ein, der offenbar dem Keuperſandſteine entſpricht. Das Steinſalz, das
i Dieuze und Vic beſonders ausgebeutet wird, läge demnach in Lothrin-
n in dem unteren Keupermergel.

Die Steinſalzſchichten des unteren Keupers in Lothringen ſind ſehr §. 442.
lufig und meiſt durch Intervalle von Anhydrit, Gyps und Mergel, die
bſt wieder mit Steinſalz durchdrungen ſind, von einander getrennt. Ein
ohrloch bei Dieuze ergab folgenden Durchſchnitt:

Obere Schichten ohne Salz	55,1	Meter.
1. Steinſalz	3,6	»
1. Erſtes Intervall von Anhydrit, Gyps u. Mergel	0,8	»
2. Steinſalz	3,6	»
2. Intervall	0,2	»
3. Steinſalz	13,0	»
3. Intervall	2,3	»
4. Steinſalz	2,0	»
4. Intervall	4,1	»
5. Steinſalz	1,0	»
5. Intervall	1,2	»
6. Steinſalz	0,5	»
6. Intervall	3,7	»
7. Steinſalz	2,5	»
7. Intervall	4,3	»
8. Steinſalz	3,1	»
8. Intervall	3,5	»
9. Steinſalz	4,6	»
9. Intervall	2,6	»
10. Steinſalz	9,7	»
10. Intervall	0,2	»
11. Steinſalz	5,4	»
11. Intervall	50,1	»
12. Steinſalz	6,2	»
12. Intervall	3,4	»
13. Steinſalz	3,1	»
13. Intervall	19,3	»
Ganze Tiefe . .	209,1	Meter.

Die Summe des Steinſalzes beträgt eine Mächtigkeit von 58,3 Me-
ern. Die hauptſächlichſte Ausbeute findet in der eilften Steinſalzſchichte
on 5,4 Metern Dicke Statt.

§. 443. Die triasische Gruppe erstreckt sich südlich von Würtemberg noch in den schweizerischen Jura hinein und bildet hier überall, wo die darauf liegenden jurassischen Schichten bis in eine hinlängliche Tiefe gebrochen sind, den Grund der Einrisse. Der bunte Sandstein zeigt sich nur auf einer sehr kleinen Strecke auf dem linken Rheinufer in der Nähe von Basel, während auf dem rechten die mächtigen Massen des Schwarzwaldes ihm eine größere Entwickelung geben. Er wird schweizerischer Seits unmittelbar von den Schichten des Muschelkalkes überdeckt, dessen obere Theile nur zu Tage kommen. Der Wellenkalk zeigt sich nirgends in der Schweiz; dagegen der eigentliche Muschelkalk von Friedrichshall mit seinen rauchgrauen, compacten Lagern, dem muscheligen Bruche sehr häufig den Boden der Erhebungsthäler bildet, in deren Mitte sie als domförmige Schichten auftreten. Der Keuper zeigt sich in diesen Thälern über dem Muschelkalke in Gestalt kalkiger Mergel mit Concretionen und Thonnieren zuweilen in Schieferletten übergehend, von allen möglichen bunten Farben, Sand und Sandsteine, meist von sehr geringer Festigkeit. Die Keuperlager gehen mehr oder minder unmerklich in die Muschelkalkschichten über. Gypse und Dolomite sind sehr häufig im Keuper und werden mit Vortheil ausgebeutet. Steinsalz scheint überall in der triasischen Formation der Schweiz verbreitet; es wird bis jetzt nur auf der Saline Schweizerhall bei Basel-Angst am Ufer des Rheines ausgebeutet, und scheint dort in unregelmäßigen Massen und normalen Lagern im Gypse verbreitet.

§. 444. In England ist das triasische System im Ganzen nur sehr unvollkommen entwickelt. Der Lias, der in einigen Orten auf dem Festlande schwer vom Keuper zu trennen ist wegen der Aehnlichkeit der mineralogischen Charaktere, trennt sich hier entschieden von den darunter liegenden bunten Mergeln ab, welche dem Keuper entsprechen; allein da der Muschelkalk durchaus fehlt, so fließen alle verschiedenen Ablagerungen von Vogesensandstein, buntem Sandstein und Keuper in eine große Sandsteinformation zusammen, deren Untertheilung schwierig, ja fast unmöglich ist.

§. 445. Die Flora der Trias steht in engem Verhältnisse zu der Flora der paläozoischen Gebilde, und auch hier gilt das allgemeine Gesetz, daß durchaus keine Dicotyledonen gefunden werden, sondern nur Nadelhölzer oder Gymnospermen, Monocotyledonen und Farrenkräuter. Die fossilen Nadelhölzer der Trias gehören meist Geschlechtern an, welche weniger Analogie mit den Tannen und Kiefern unserer Zone haben, als mit den Araucarien und anderen Nadelhölzern der heißen Zonen; ein neuer Beweis, daß auch noch zur Zeit der Ablagerung der Trias ein dem paläozoischen ähnliches Klima herrschen mußte. Es sind namentlich die Pflanzen des bunten Sandsteines, welcher den Gürtel der Vogesen bildet, die in neuester Zeit mit großer Sorgfalt beschrieben wurden.

§. 446. Die Albertien (Fig. 156) ſind Nadelholzbäume mit meiſt eirunden, breiten, abgeſtumpften Blättern, die in horizontalen Reihen um den Aſt ſtehen und mit ihrer Baſis denſelben unvollſtändig umfaſſen. Sie tragen kleine, eirunde, zuſammengeſetzte Kätzchen, die mit ausdauernden Bracteen bedeckt ſind. Die Frucht bildet einen länglichen Zapfen; die Samen ſind geflügelt. Dieſe foſſilen, bis jetzt nur im bunten Sandſteine gefundenen Nadelhölzer ſcheinen dem Genus Agathis aus Oſtindien am meiſten nahe zu kommen.

Fig. 156.

Albertia elliptica.
Aus den Vogeſen (Bad Sulz).

Fig. 157.

Voltzia heterophylla. Aus den Vogeſen.

§. 447. Ein anderes Geſchlecht eigenthümlicher Nadelholzbäume, die den Araucarien am nächſten kamen, waren die Voltzien (Fig. 157 u. 158), welche, nach der großen Menge ihrer Ueberreſte zu ſchließen, die hauptſächlichſten Bäume in dem Triaswalde der Vogeſen bildeten, und die aufgefundenen Holzſtücke zeigen, daß dieſe Bäume eine bedeutende Größe erreichten. Die Blätter ſind nadelförmig, von ſehr verſchiedener Geſtalt bei derſelben Art und ſogar auf demſelben Aſt, bald mehr kurz und ſchuppenartig, bald lange, gerade Nadeln; die männlichen Blüthen bildeten ovale Kätzchen, die Zapfen weitſchichtig gedeckte Kegel, deren Schuppen holzig ſind und ſich in drei oder

fünf Lappen an ihrem Ende theilen. Jeder dieſer Lappen iſt die Endigung eines erhabenen Längskieles, der auf der Schuppe ſich findet.

Fig. 158.

Voltzia heterophylla. Aus den Vogeſen.
Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige.

§. 448. Aethophyllum (Fig. 159) hat man eine eigenthümliche rohrartige Pflanze genannt, die gerade, äſtige Stengel hat, welche ährenartige Blüthenkolben tragen und deren Blätter ſehr lang, ſchmal und mit parallelen, feinen Längsſtreifen verſehen ſind. Sie gleichen den Rohren und Riedgräſern durch ihre Blüthenähren, den Lycopodiaceen oder Bärlapparten durch ihre Veräſtelung, und entfernen ſich wieder von allen bekannten Pflanzenfamilien in einer Art, daß man ſelbſt über ihre Stelle unter den Monocotyledonen oder den Farren unſicher iſt.

(Die hierzu gehörige Figur ſtehe auf folgender Seite.)

§. 449. Man hat an vielen Orten im Keuper nicht nur einzelne foſſile Pflanzen, ſondern auch ganze Ablagerungen brennbarer, kohlenähnlicher Stoffe gefunden, die offenbar von Pflanzen aus der Zeit des Keupers abſtammten. Der Unterſchied zwiſchen dieſen Pflanzen und denen des bunten Sandſteines iſt ſehr bedeutend. Coniferen, welche im bunten Sandſteine die große Mehrheit bildeten, fehlen hier, wie es ſcheint, durchaus; Dicotyledonen nicht minder und Monocotyledonen ſind nur ſelten. Die Hauptrolle ſpielen Farrenkräuter, welche mit denen der Kohlenzeit durchaus nichts gemein haben, und Cycadeen, auf deren Geſchlechter wir bei den juraſſiſchen Gebilden zurückkommen werden.

§. 450. Die Fauna der Trias tritt uns hauptſächlich nur in dem Muſchelkalk entgegen; der Keuper enthält nur wenige, der bunte Sandſtein nur hie und da als Seltenheit eine, meiſt unbeſtimmbare Thierverſteinerung.

Die Strahlthiere ſind in dem Muſchelkalke nur durch ſehr wenige Arten §. 451
von Echinodermen vertreten, die aber auch nur ihm angehören und wovon die eine namentlich, der Lilienenkrinit, überall in großer Menge vorkommt. Das Geſchlecht Encrinus beſitzt nur dieſe eine Art, den Encrinus liliiformis oder moniliformis (Fig. 160 u. 161). Die Stielſäule dieſes Enkriniten iſt

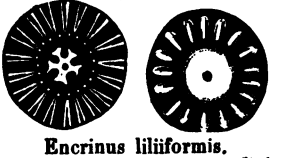
Fig. 159.

Aethophyllum speciosum.
Aus den Vogeſen.

Fig. 160.

Encrinus liliiformis.
Kopf eines ſolchen Enkriniten.

Fig. 161.



Encrinus liliiformis.
Zwei Säulenglieder, von der Gelenkfläche aus geſehen.

drehrund, mit mittlerem Centralkanale; die Glieder durch tiefe, radienartige Gelenkeinschnitte verbunden, und in dem oberen Theile der Säule wechseln breitere Glieder mit schmäleren. Die Arme scheinen bei flüchtigem Anblicke aus rosenkranzartig an einander gereihten Gliedern zusammengesetzt, die aber nur die abgerundeten äußeren Flächen zeigen. Die Säulenstücke namentlich sind ungemein häufig und leicht zu erkennen.

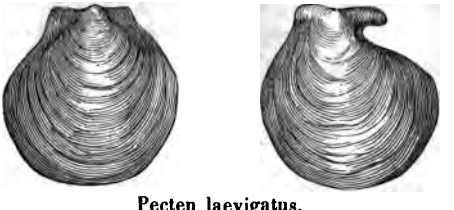
§. 452. Außer diesen Enkriniten kommen noch im Muschelkalke die ersten Arten von Asterien und Ophiuren vor; die ersteren oder die eigentlichen Seesterne zeigen bekanntlich eine centrale Scheibe, welche die hauptsächlichsten Organe des Leibes einschließt, und um welche herum Strahlen stehen, in deren Inneres die Weichtheile sich fortsetzen; während bei den Ophiuren die Arme nur Fang- und Bewegungsorgane sind, und sämmtliche Organe des vegetativen Lebens nur in der Centralscheibe eingeschlossen sind.

Die Polypen fehlen merkwürdiger Weise ganz in dem Muschelkalke; die wenigen Angaben, die man besitzt, bedürfen sehr der Bestätigung. Jedenfalls fehlen Korallenbänke und Riffe, wie sie in der jurassischen Zeit sich in so ausgedehnter Entwickelung zeigen, durchaus; ein Beweis, daß die klimatischen Bedingungen, unter welchen der Muschelkalk sich bildete, die Tiefe und der Boden der Meere durchaus von den später hervortretenden Eigenthümlichkeiten der Erdoberfläche abwichen

§. 453. Der Muschelkalk zeichnet sich, wie auch schon sein Name ahnen läßt, vor allen anderen Formationen kalkiger Natur durch seinen ungemeinen Reichthum an Fossilien aus, die zwar weniger auf Arten, als vielmehr auf gesellig zusammenlebenden Individuen derselben Art beruht. Ganze Bänke sind nur von Muscheln einer einzigen Species gebildet, die eine wirkliche Muschelbreccie zusammensetzen. Auch findet sich dieser Reichthum an Acephalen, namentlich aber nur stellenweise.

§. 454. Eine große Familie der einmuskeligen Muschelthiere oder Monomyarier tritt hier zuerst in größerer Zahl auf; ich meine die Kammmuscheln (Pecten) (Fig. 162), die von jetzt an durch alle höheren Formationen hindurch eine Menge von charakteristischen Versteinerungen darbieten, da ihre Arten durch die Verzierungen der Oberfläche meist leicht kenntlich sind. Die Kammmuscheln sind freie, regelmäßige, ungleichschalige Muscheln; ihr oberer Rand ist geradlinig; jede Schale hat zwei mehr oder minder vorstehende Ohren. Die Buckeln der Schalen liegen an einander; das Schloß ist durchaus zahnlos, glatt;

Fig. 162.



Pecten laevigatus.
Aus dem deutschen Muschelkalke.

das Schloßband in einer inneren Schloßrinne verſteckt. Eines der Ohren iſt meiſt etwas tiefer ausgeſchnitten, als das andere, ſo daß eine Oeffnung für einen kleineren Byſſus an dem hinteren Rande ſich findet. Die Schalen der Pectenarten ſind meiſt regelmäßig divergirend geſtreift; zuweilen glatt; in anderen Fällen gegittert; ſie ſind meiſt dünn, aber feſt und wohlerhalten; der einfache Muskeleindruck iſt groß, rund und nahe an der Mitte des Vorderrandes gelegen.

§. 45 Die für die ſpäteren Schichten ſo wichtig werdenden Trigonien, deren Arten durch ihre ausgezeichneten Verzierungen ſehr leicht kenntlich ſind, beginnen im Muſchelkalke durch eine eigenthümliche Modification, welche man unter dem Namen Myophorie generiſch unterſchieden hat. Es ſind gleichſchalige Muſcheln von abgerundet dreieckiger Form, deren große, längliche, im Winkel von einander divergirende Schloßzähne durchaus glatt ſind und nicht jene charakteriſtiſchen Streifen beſitzen, welche ſie in den Trigonien haben; die rechte Schale hat zwei, die linke drei Schloßzähne, deren mittlerer groß, dick, aber nicht zweitheilig, wie bei den Trigonien, iſt. Im Uebrigen ſtimmen dieſe Muſcheln durchaus mit den ſpäter zu erwähnenden Trigonien überein.

Fig. 163.

Fig. 164.

Schale und Kern von Myophoria vulgaris Aus dem Muſchelkalke.

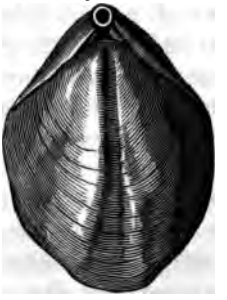
Fig. 165.

Avicula socialis.

§. 45 Wir erwähnen hier noch einer Art des ſchon früher beſprochenen Geſchlechtes Avicula, die ſehr charakteriſtiſch iſt und ganze Bänke des Muſchelkalkes bildet.

Nur eine einzige Terebratel findet ſich im Muſchelkalke, die durch ihre Geſtalt und eigenthümliche Bildung durchaus unverkennbar iſt und ſo häufig

Fig. 166.



Terebratula vulgaris.

vorkommt, daß sie als hauptsächliche Leitmuschel für das Gestein gelten kann (Fig. 166).

§. 457. Die Cephalopoden sind in dem Muschelkalke durch einige sehr charakteristische Arten repräsentirt, welche sich meist dadurch auszeichnen, daß nur die Loben der Kammerwände gezähnelt, die Sättel aber glatt sind. Diese Ammoniten (Fig. 167), die man früher als ein eigenes Genus unter dem Namen der Ceratiten absonderte, jetzt aber nur als eigene Familie gelten läßt, bilden durch ihren eigenthümlichen Bau ein interessantes Mittelglied zwischen den Goniatiten der älteren Schichten, die nur glatte Loben und Sättel besitzen, und den ächten Ammoniten, bei welchen beide gezähnt sind.

Fig. 167.

Ammonites (Ceratites) nodosus.

§. 458. Die Crustaceen der Trias zeichnen sich vor denen älterer Gebilde insofern aus, daß die Trilobiten durchaus verschwunden sind und durch einen im Muschelkalke namentlich sehr häufigen Krebs ersetzt sind, der zu der Familie der langschwänzigen Dekapoden gehört und in seiner Form demnach dem Flußkrebse und dem Hummer nahe kommt. Der Cephalothorax dieses Krebses, der den Namen Pemphix Sueuri trägt, ist fast walzenförmig, dick; durch drei tiefe Quereinschnitte in Unterabtheilungen zerlegt; mit Dornen und körnigen Höckern versehen und nach vorn in einen lanzettförmigen Schnabel verlängert. Der siebengliederige Hinterleib hat gleich große quergefurchte Glieder. Die äußeren Fühlhörner sind dick, lang, rundlich; die inneren doppelt. Die Scheeren sind ziemlich massiv; die Zange dünn, stark gekrümmt und weit von einander abstehend, auf kurzem, dickem Handgliede befestigt; die anderen Füße sehr schwach, dünn und mit zarten Endscheeren versehen. Füße und Antennen sind nur sehr selten erhalten; die Bruchstücke des Rumpfes und Hinterleibes aber sehr charakteristisch für den Muschelkalk.

§. 459. Unter den für die Trias charakteristischen Fischen sind namentlich einige Arten des Genus Hybodus (Fig. 168) zu nennen, das in dem Muschelkalke zuerst anfängt und in der Kreide ausstirbt. Die Hybodonten waren haiartige Knorpelfische mit stumpfen Kegelzähnen und knochigen Stacheln in

Fig. 168.

Rückenſtachel von Hybodus tenuis. Aus dem Muſchelkalke.

den Rückenfloſſen, von welchen bei der Verſteinerung nur Zähne und Stacheln übrigbleiben konnten. Die Stacheln ſind meiſt ſehr groß, etwas gebogen, unten dick, oben ſpitzig; die Baſis des Stachels, welche im Fleiſche ſtak, iſt meiſt fein geſtreift, hinten offen und ſchief abgeſtutzt, etwa wie eine Schreibfeder; der Theil, welcher frei an der Floſſe vorragte, hat ſtarke, parallele Längsreifen, iſt hinten quer abgeſtutzt und mit zwei Reihen mehr oder minder ſtarker Zähne beſetzt.

Fig. 169.

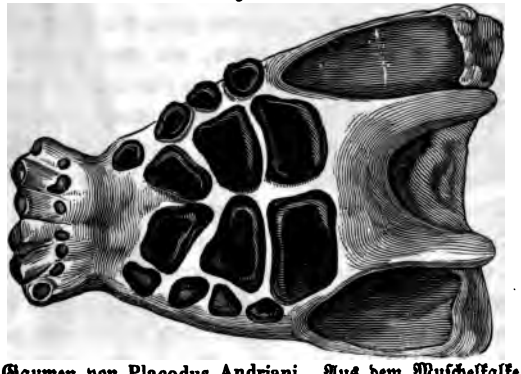
Zahn von Hybodus plicatilis.

Die Zähne der Hybodusarten (Fig. 169) haben einen rundlichen, innen abgeplatteten, mittleren Kegel, mehr oder minder zugeſpitzt, auf deſſen beiden Seiten kleinere, ſecundäre Kegel ſtehen, deren Größe nach beiden Seiten hin von dem Mittelkegel her abnimmt. Der Schmelz bildet an der Baſis der Krone ſehr deutliche, gerade Längsſtreifen; die Wurzel iſt breit, ſchwammig und poröſ, wie bei allen Knorpelfiſchen.

§. 460

Ein der Trias ganz eigenthümliches Genus von Fiſchen, das man bis jetzt nur durch die Zähne und durch einige Knochenſtücke kennt, iſt das Genus Placodus (Fig. 170). Dieſe Fiſche hatten vorne kleine, kegelförmige oder meißelförmige Schneidezähne, die indeß ziemlich ſtumpf waren, während der Gaumen und die hinteren Theile der Unterkiefer mit breiten, platten, nur wenig erhabenen Mahlzähnen beſetzt waren. Dieſe Art der Bezahnung läßt vermuthen, daß ſich die Placoden von harten Schalthieren, Muſcheln und Cruſtaceen nährten.

Fig. 170.



Ein ganzer Gaumen von Placodus Andriani. Aus dem Muſchelkalke von Bamberg. Die Mahlzähne ſind erhalten, die Schneidezähne ausgefallen.

§. 461. In dem Muſchelkalke kommen eine Menge kleiner, kegelförmiger Zähne vor, die man früher für Reptilienzähne hielt, bis man ſich bei genauerer Unterſuchung überzeugte, daß ſie Fiſchen angehört haben müſſen. Dieſe Zähne, die den generiſchen Namen Saurichthys (Fig. 171) erhielten, beſitzen alle eine kegelförmige, gefaltete Wurzel, die theilweiſe in einer Rinne des Kiefers verborgen war und wahrſcheinlich bis obenhin vom Zahnfleiſche umhüllt wurde; auf dieſer Wurzel ruht eine kleine, ſpitze, kegelförmige Krone, die durchaus glatt iſt und ziemlich leicht abbricht.

Fig. 171.

Zahn von Saurichthys Mougeoti.

§. 462. In denſelben Breccien, in welchen die oben erwähnten Zähne ſehr häufig vorkommen, finden ſich auch einzelne loſe Knochenſchuppen, welche offenbar Ganoidfiſchen angehört haben. Dieſe Schuppen, die man unter dem generiſchen Namen Gyrolepis (Fig. 172) unterſchieden hat, ſind rhomboidal, mit einer dicken Schicht von Schmelz überzogen und durch dicke Falten, die meiſt parallel laufen, auf der Oberfläche geziert. Sie haben ſtarke Haken, womit die einzelnen Schuppen unter einander eingelenkt waren.

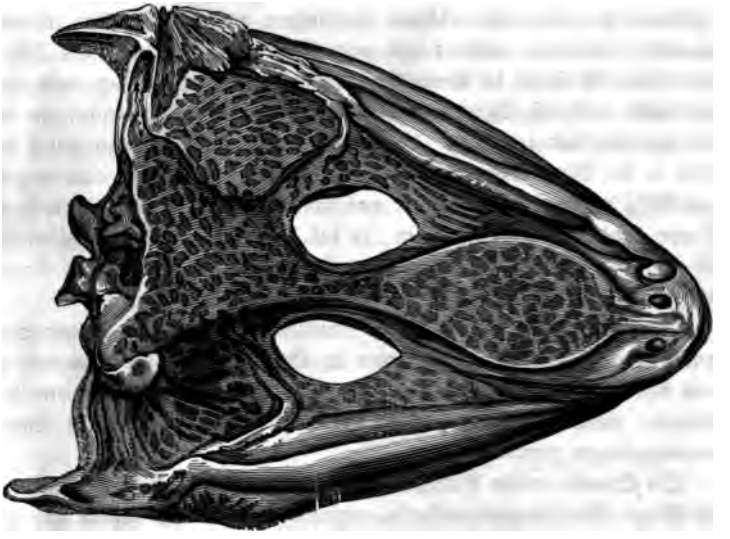
Fig. 172.

Schuppe von Gyrolepis Alberti.

Im Allgemeinen ſind die Fiſchreſte des Muſchelkalkes wenig günſtig zum Studium, da man meiſt nur einzelne Fragmente, keine im Ganzen erhaltene Individuen findet.

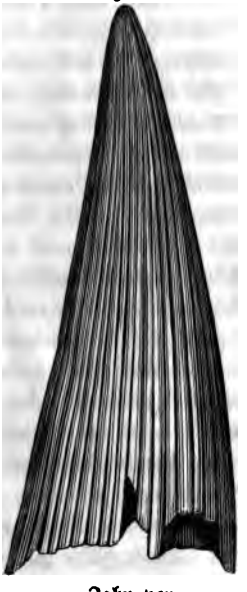
§. 463. Eine höchſt merkwürdige Reptilienfamilie, die einzig auf die triaſiſchen Gebilde beſchränkt ſcheint, iſt diejenige der Labyrinthodonten, welche, den neueſten Unterſuchungen zufolge, mehre Geſchlechter einſchließt. Dieſe Thiere hatten einen runzeligen Schädel, große koniſche Zähne, die bis zur Spitze hinauf geſtreift ſind, in eigenen Alveolen ſtecken und eine äußerſt merkwürdige Structur beſitzen, indem die Zahnſubſtanzen im Inneren gleich einem biegſamen Blatte labyrinthiſch in einander gebogen und verwickelt ſind, und die Zähne ſo eine äußere Anſicht bieten, wie wenn ſie aus prismatiſchen Stücken zuſammengeſetzt wären. Ihre Kiefer ſind auch in ihrer Form durchaus mit denen der größeren Saurier übereinſtimmend; aber der Schädel iſt meiſt ſehr breit und platt und beſitzt zwei getrennte Gelenkköpfe, die auf ſeitlichen Hinterhauptsknochen aufſitzen, ganz wie bei den Fröſchen. Ebenſo haben dieſe Thiere Zähne auf dem Gaumengewölbe, die in langer Reihe auf dem Pflugſcharknochen aufſitzen. Sie bieten ſo eine höchſt merkwürdige Vereinigung von Charakteren, die den Crocodilen zukommen, mit denjenigen der Batrachier, und in der That ſind auch die Anſichten der Naturforſcher über ihre Stellung getheilt. Owen ſtellt ſie definitiv zu den Batrachiern und glaubt, daß die unter dem Namen Chirotherium bezeichneten Fußſpuren im bunten Sandſteine vielleicht von dieſen rieſenhaften, fleiſch-

Fig. 173.



Schädel von Mastodonsaurus Jaegeri. Aus dem Keuper.

Fig. 174.



Zahn von
Mastodonsaurus Jaegeri.

Fig. 175.

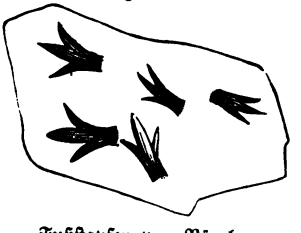
Durchschnitt eines Zahnes,
vergrößert.

freſſenden Batrachiern herrühren könnten. H. von Meyer nähert die verſchiedenen von ihm nachgewieſenen Geſchlechter, die im Schädelbau ſehr von einander abweichen, vielleicht mit mehr Recht den Sauriern. Die Wahrheit dürfte ſich ſpäter bei Vervollkommnung der Unterſuchungen dahin herausſtellen, daß dieſe Thiere eine eigene Abtheilung bilden, analog der von den heutigen Coecilien gebildeten, die ebenfalls zwiſchen Batrachiern und Sauriern in der Mitte ſtehen. Man kennt Arten dieſer Familie aus der ganzen Reihe der triaſiſchen Gebilde, aus buntem Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper, und auch nur aus dieſen, ſo daß die ſo ausgezeichneten Zähne dieſer Saurier ein ſehr charakteriſtiſches Kennzeichen für die triaſiſche Gruppe abgeben können.

§. 464. Großes Aufſehen erregten in der neueſten Zeit die Fußſpuren von Säugethieren und Vögeln, welche man in Deutſchland und Nordamerika in dem bunten Sandſteine gefunden hatte, und die offenbar von Thieren herrührten, welche zur Zeit, als dieſe Schichten noch weich waren, darauf herumgegangen waren.

Die Spuren, welche Profeſſor Hitchcock in dem Thale des Connecticut im Staate Maſſachuſetts auffand, gehören offenbar einem Thiere an, welches auf zwei Füßen ging, da man lange Reihen von Schritten findet, wo immer ein rechter und ein linker Fuß in gleicher Linie abwechſelt, während die Spuren vierfüßiger Thiere ſtets auf zwei parallelen Linien ſtehen, abgeſehen davon, daß Vorder- und Hinterfüße meiſt verſchieden ſind. Die Spuren zeigen deutlich drei Zehen, die nach vorn gerichtet ſind, nebſt einem ſchief nach hinten oder nur ſelten nach vorn gerichteten Daumen; zuweilen auch zeigen ſich an der Ferſe Spuren wie von einem Federbüſchel. Die Aehnlichkeit dieſer Spuren mit Vogelſpuren iſt unverkennbar. Die Größe der Spuren, ſowie der Schritte, iſt ſehr verſchieden; im Allgemeinen aber laſſen die letzteren auf hochbeinige Vögel, Stelzenläufer, ſchließen. Die größte Art, Ornitichnites giganteus, hatte einen Fuß von 15 Zoll Länge und machte Schritte von 4 bis 6 Fuß, mithin weit größer, als der Strauß.

Fig. 176.



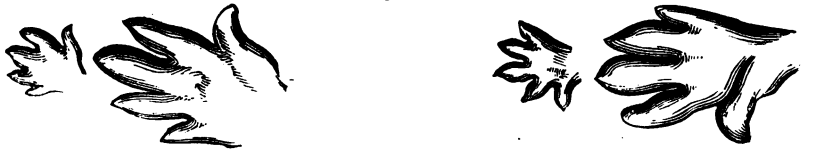
Fußſtapfen von Vögeln, Ornitichnites, von Connecticut.

§. 465. In der Nähe von Hildburghauſen hat man in den Thonſchichten, welche mit den bunten Sandſteinen abwechſeln, vertiefte Fußſpuren gefunden, in welche ſich der Sandſtein hineingeſetzt hat, ſo daß die untere Fläche der Sandſteinſchichten das Bild dieſer Spuren im Relief darſtellt. Sie gehören Thieren mit vier Füßen an, vielleicht großen Beutelthieren, oder auch Reptilien; zeigen vier Finger mit großen Nägeln und einen abſtehenden nagel-

loſen Daumen der an den Vorderfüßen kleiner und den anderen Fingern mehr genähert iſt. Die wahrſcheinlichſte Anſicht ſchreibt dieſe Thiere gigantiſchen froſchartigen Thieren (den Labyrinthodonten) zu, deren Zähne und Schädel man, wie oben bemerkt, häufig in den triaſſiſchen Gebilden findet.

Fig. 177. Ein Schritt des Thieres von Hildburghauſen. Man ſieht je eine Vorder- und eine Hintertatze derſelben Seite nahe bei einander.

Fig. 177.



Fußſtapfen von Hildburghauſen. Ein ganzer Schritt des Thieres.

7. Juraſſiſches Syſtem.

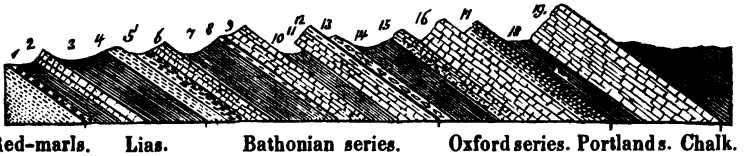
(Oolithgebirge; Oolitic series; Formation jurassique.)

Die juraſſiſchen Gebilde nehmen verhältnißmäßig auf den geologiſchen Karten einen geringen Raum ein; ſpielen aber nichts deſto weniger eine bedeutende Rolle in den geologiſchen Beziehungen der Continente, und Europa's insbeſondere. Sie bilden die Wände der Becken, in welchen die ſpäteren Gebilde, Kreide und Tertiärſchichten, ſich ablagerten und ihre Selbſtſtändigkeit in jeder Hinſicht, die Eigenthümlichkeit ihrer Foſſilien ſowie die Gleichförmigkeit ihrer Structur, welche ſich auf weite Strecken hin erhält, haben die juraſſiſchen Schichten von jeher zu einem bequemen Ausgangspunkte gemacht, von welchem aus man theils zu den älteren Schichten hinabſteigt, theils zu den neueren ſich erhebt. Die erſteren folgerechten Studien über dieſe Gebilde wurden in England von Smith angeſtellt und die von dieſem Geologen, ſowie von ſeinen Nachfolgern unterſchiedenen Schichtengruppen nebſt den ihnen gegebenen Namen haben durch dieſe Priorität allgemeine Gültigkeit erhalten, ſo daß die Bildung des Jura in England als die Norm gilt, auf welche man die auf dem Continente gefundenen Verhältniſſe zu beziehen ſucht. Man kann im Allgemeinen in den juraſſiſchen Schichten zweierlei verſchiedene Zuſtände unterſcheiden, die hauptſächlich mit ihrer Entwickelung in verticaler Richtung zuſammenzuhängen ſcheinen. In dem einen Falle nämlich liegen die Schichten faſt horizontal über einander, und die Schichtenköpfe der feſteren Kalkſchichten, welche mit Mergeln abwechſelnd in den verſchiedenen Gruppen des juraſſiſchen Syſtemes vorkommen, bilden die Terraſſen, wodurch die Umgrenzungen der Becken ſelbſt auf rein topographiſchen Karten ſich auszeichnen. Die Schichtenflächen der Kalklager ſelbſt bilden dann die Plateau's und die Thon- und Mergelſchichten, die §. 466

ausgewaſchen und weggeführt ſind, zeigen ſich nur unter der nächſten Terraſſe in ihrem Queerſchnitte. So kommt es denn, daß man den Mergel und Thon, obgleich er in den ebenen Gegenden an Mächtigkeit im Allgemeinen bedeutend überwiegt, dennoch nur in geringer Ausdehnung ſieht, während die Kalkſchichten überall zu überwiegen ſcheinen, und man bei flüchtiger Unterſuchung das Gebilde faſt nur als aus Kalk mit dünnen eingeſtreuten Thonſchichten beſtehend anſehen könnte. In dieſen Gegenden ſind auch die Kalke meiſt ſandig und thonig, während da, wo der Jura eigentliche mächtige Gebirgszüge bildet, wie in dem weſtlichen Frankreich, der Schweiz und Deutſchland, die Kalkſchichten auch mächtiger werden und die Thongebilde zurückſinken. In den Gebirgsländern des Jura zeigt ſich dann die zweite Form dieſer Formation, ſchroffe, geradlinige Bergmauern mit geneigten Abhängen auf der einen und ſchroffen Abſtürzen auf der anderen Seite, die meiſt dem Inneren der Ketten zugewandt ſind. Dort zeigen ſich dann tiefe Längsthäler, die durch Querriſſe mit der am Fuße des Gebirges liegenden Ebene zuſammenhangen. Hauptcharakter dieſer juraſſiſchen Gebirgszüge iſt große Monotonie der Formen, die in ihren langen, gleich hohen Zügen keine Abwechſelung bieten.

Jura in England.

Fig. 178.



Oolithiſche Schichtenreihe in England.

1. Bone-bed und untere Liasſchiefer. 2. Liaskalk. 3. Obere Liasſchiefer. 4. Marly-sandstone. 5. Eiſenoolith. 6. Unterer Quaderoolith. 7. Walkererde (Fullers-earth). 8. Schiefer von Stonesfield. 9. Great-oolite. 10. Bradford clay. 11. Forest-marble. 12. Corn-brash. 13. Kelloway-rocks. 14. Oxford-clay. 15. Calcareous grit. 16. Coral-rag. 17. Oxford-oolite. 18. Kimmeridge-clay. 19. Portland-rock.

467. Man hat den Jura in England in vier verſchiedene Gruppen getheilt, deren unterſte unmittelbar auf den bunten Mergeln des Keupers aufliegt, während die oberſte direct von der Kreide überdeckt wird. Im Allgemeinen beſteht jede dieſer Gruppen aus einer mehr oder weniger mächtigen Schichtenfolge von Thonmergeln und einem Syſteme von Kalkbänken, und in den drei oberſten Gruppen bilden die Kalkſchichten den oberen, die Mergel den unteren Theil, während in den unterſten Gruppen die Kalkſteine mehr in dem tieferen Theile ausgebildet ſind, und die Mergelſchiefer auf dem Kalke aufliegen. Im Allgemeinen liegen die unterſten Schichten in paralleler Folge auf den Keupermergeln, und nur an wenigen Orten hat man

wirklich abweichende Schichtung geſehen. Die unterſte Gruppe heißt der Lias, die zweite die Bath-Gruppe, nach dem berühmten Badeorte, der auf den Mergeln dieſes Syſtemes erbaut iſt, die dritte die Oxford-Gruppe, nach der bekannten Univerſitätsſtadt, und die oberſte die Portland-Gruppe, nach der Inſel Portland, auf welchen die ihr angehörigen Schichten beſonders entwickelt ſind.

1. Lias.

§. 468 Er beſteht aus mehren Etagen. Unmittelbar auf den bunten Keupermergeln findet ſich meiſt ein wahres Knochenconglomerat, aus einer Menge von Thierreſten zuſammengeworfen und durch eine ſchwärzliche Schieferthonmaſſe mit einander verbunden. Dieſes ſogenannte Bone-bed (Knochenlager) der Engländer iſt namentlich in der Umgegend von Briſtol ſehr ſchön entwickelt, und liefert durch ſeine unmittelbare Auflagerung auf den Keupermergeln den Beweis, daß die Thiere der Liasperiode ſogleich nach dem Aufhören der triaſiſchen Periode lebten, ehe noch mineraliſche Stoffe anderer Art aus den Gewäſſern ſich abzuſetzen die Zeit gehabt hatten. Dieſes Knochenbette geht nach oben allmählich in dunkelbraune oder ſchwärzliche, meiſt bituminöſe Schiefer über, die ziemlich dünne, leicht verwitternde Schichten bilden (1 auf dem Durchſchnitte).

§. 469 Unmittelbar auf dieſen Schiefern liegen die Liaskalke, welche unten von weißen compacten Kalkſteinen gebildet werden, weiter oben hingegen blau werden, ſich aber ſonſt durch keine weſentlichen Merkmale unterſcheiden laſſen. (Weißer und blauer Lias.) Der Petrefactenreichthum dieſer Kalkſteine (2 auf dem Durchſchnitte) iſt ungemein groß, und ihre Beſtändigkeit im Umkreiſe des Londoner Tertiärbeckens auffallend, obgleich die Formation nur geringe Mächtigkeit beſitzt.

§. 470 Die bisher genannten Schichten bilden den unteren Lias, auf welchen eine mächtige und ſehr conſtante Reihe von braunen oder blaugrauen Thonmergeln folgt, die meiſt ſchieferig abgeſondert ſind, und oft Sand oder Lager von Kalkgallen enthalten. An einigen Stellen gleichen dieſe Mergel des oberen Lias (3 auf dem Durchſchnitte Fig. 178) durch ihre ſchwarze Farbe und ihren Reichthum an Bitumen den unteren Mergeln, und hie und da enthalten ſie ſelbſt kleine Lager von Steinkohle ſchlechter Qualität mit vielen verſteinerten Pflanzen, die größtentheils den Cycadeen und Nadelhölzern angehören.

2. Bathgruppe. Untere Oolithgruppe. (Oolite inférieure.)

§. 471 Dieſe Gruppe iſt die zuſammengeſetzteſte von allen, indem die Kalkſteine und Mergel mehrfach unter einander abwechſeln.

Unmittelbar auf den oberen Liasmergeln und oft in ſo unmittelbarer Folge, daß kaum eine genaue Trennung möglich iſt, findet ſich eine Reihe

fünf Lappen an ihrem Ende theilen. Jeder dieſer Lappen iſt die Endigung eines erhabenen Längskieles, der auf der Schuppe ſich findet.

Fig. 158.

Voltzia heterophylla. Aus den Vogeſen.
Endzweige, Mittelzweige und Fruchtzweige.

§. 448. Aethophyllum (Fig. 159) hat man eine eigenthümliche rohrartige Pflanze genannt, die gerade, äſtige Stengel hat, welche ährenartige Blüthenkolben tragen und deren Blätter ſehr lang, ſchmal und mit parallelen, feinen Längsſtreifen verſehen ſind. Sie gleichen den Rohren und Riedgräſern durch ihre Blüthenähren, den Lycopodiaceen oder Bärlapparten durch ihre Veräſtelung, und entfernen ſich wieder von allen bekannten Pflanzenfamilien in einer Art, daß man ſelbſt über ihre Stelle unter den Monocotyledonen oder den Farren unſicher iſt.

(Die hierzu gehörige Figur ſiehe auf folgender Seite.)

§. 449. Man hat an vielen Orten im Keuper nicht nur einzelne foſſile Pflanzen, ſondern auch ganze Ablagerungen brennbarer, kohlenähnlicher Stoffe gefunden, die offenbar von Pflanzen aus der Zeit des Keupers abſtammten. Der Unterſchied zwiſchen dieſen Pflanzen und denen des bunten Sandſteines iſt ſehr bedeutend. Coniferen, welche im bunten Sandſteine die große Mehrheit bildeten, fehlen hier, wie es ſcheint, durchaus; Dicotyledonen nicht minder und Monocotyledonen ſind nur ſelten. Die Hauptrolle ſpielen Farrenkräuter, welche mit denen der Kohlenzeit durchaus nichts gemein haben, und Cycadeen, auf deren Geſchlechter wir bei den juraſſiſchen Gebilden zurückkommen werden.

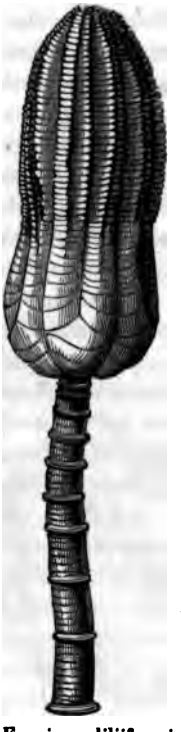
§. 450. Die Fauna der Trias tritt uns hauptſächlich nur in dem Muſchelkalke entgegen; der Keuper enthält nur wenige, der bunte Sandſtein nur hie und da als Seltenheit eine, meiſt unbeſtimmbare Thierverſteinerung.

Die Strahlthiere ſind in dem Muſchelkalke nur durch ſehr wenige Arten §.
n Echinodermen vertreten, die aber auch nur ihm angehören und wovon
: eine namentlich, der Lilienenkrinit, überall in großer Menge vorkommt.
as Geſchlecht Encrinus beſitzt nur dieſe eine Art, den Encrinus liliiformis
er moniliformis (Fig. 160 u. 161). Die Stielſäule dieſes Enkriniten iſt

Fig. 159.

Aethophyllum speciosum.
Aus den Vogeſen.

Fig. 160.



Encrinus liliiformis.
Kopf eines ſolchen Enkriniten.

Fig. 161.

Encrinus liliiformis.
Zwei Säulenglieder, von der Gelenkfläche aus geſehen.

halten ſind, oder auch zu knotigen Schiefern ſich vereinigen. Dieſe Schichten enthalten öfters Eiſennieren, und ſcheinen im Ganzen nicht ſehr große Beſtändigkeit zu haben. Sie heißen »Kelloway-rocks« (13 auf dem Durchſchnitte).

480. Auf dieſen Kelloway-Felſen liegen mächtige Lager eines blauen, kurzen Thones, der viele Zwiſchenlager von Mergel, von Kalkconcretionen, einzelnen dünnen Kalkbänken und zuweilen auch von bituminöſen Schieferthonen enthält, und der eigentliche Oxfordthon genannt wird (14 auf dem Durchſchnitte). Es bildet dieſer Oxfordthon mit ſeinen charakteriſtiſchen Verſteinerungen einen weit ausgedehnten geologiſchen Horizont, der ſich in den meiſten Fällen mit Sicherheit beſtimmen läßt.

481. Dem Oxfordthone folgt eine Reihe ſandiger Schichten, bald völlig loſe, bald durch kalkiges Cäment zu feſteren Maſſen vereinigt; ſie bilden hier, wie an vielen anderen Stellen der Jurareihe, den Uebergang von den Mergeln zu den Kalkſteinen, und werden von den Engländern unter dem Namen »Calcareous-grit« (kalkiger Sandſtein, 15 auf dem Durchſchnitte) begriffen. Nach oben gehen dieſe Sandſteine allmählich in das Kalklager der Oxfordgruppe über.

482. Dieſes bildet mächtige Schichten eines compacten erdigen Kalkſteines, der ſich durch ſeinen ungeheuren Reichthum an Corallen auszeichnet, die meiſt in Spath umgewandelt ſind, und dadurch die Structur des Kalkes löcherig und ungleich machen. Offenbar exiſtirten zur Zeit des Abſatzes dieſer Schichten eine Anzahl Corallenriffe in dem juraſſiſchen Meere, und es iſt dieſe Bildung der Corallen unendlich wichtig in Beziehung auf die verſchiedenen Schlüſſe, die man über das Juramеer im Allgemeinen machen kann. Der Coral-rag (Corallien, Corallenkalk, 16 auf dem Durchſchnitte) iſt in dieſer Beziehung ſowohl, als auch deshalb ſehr wichtig, weil er einen ſehr ausgezeichneten geologiſchen Horizont bildet, indem an vielen Orten die ganze Oxfordgruppe nur auf ihn und den Oxfordthon beſchränkt iſt.

483. Nach oben iſt der Coral-rag gekrönt von Oolithen, die meiſt Eiſenerz in Körnern oder Nieren enthalten, und die man deshalb Eiſenoolith (Oolite pisolitique) oder Oxfordoolith genannt hat. Dieſe Oolithe von gelber oder brauner Farbe bilden mit einigen Schichten wenig ſolider Bauſteine und einigen Lagern von Thon und Sand eine letzte, ſehr unbeſtändige Schicht der Oxfordgruppe. Sie ſind alle zuſammen auf dem Durchſchnitte mit 17 bezeichnet.

4. Portlandgruppe.

484. Die einfachſte und regelmäßigſte Gruppe von allen.

Als Baſis dienen die mächtigen Lager des Kimmeridge-Mergels (18 auf dem Durchſchnitte), aus blauen Mergeln beſtehend, die zuweilen

ſchieferig werden, nicht ſelten bituminös oder ſelbſt alaunhaltig, und dann verſchiedene Kieſe und kryſtalliſirte Mineralien enthalten.

Das oberſte Glied der Jurareihe endlich wird von den Portland- §. 48
kalken gebildet (19 auf dem Durchſchnitte), compacte, feſte Kalke mit erdigem Bruche, meiſt von weißer oder grauweißer Farbe, oft körnig und oolithiſch, und von ſehr verſchiedener Härte. An manchen Stellen enthalten dieſe Schichten Lager von Kieſeln, und werden dann brüchig, zerreiblich, ja zuweilen ſo der mit Silexlagern verſehenen Kreide ähnlich, daß ſie in früheren Zeiten oft damit verwechſelt wurden. Es ſcheint dieſe zerreibliche Beſchaffenheit der Kalke überhaupt ein ſteter Begleiter der Silexbildung zu ſein, indem überall, wo man wirkliche Silexconcretionen in ſonſt compacten Kalkſteinen antrifft, dieſe die Textur der Kreide annehmen.

In England bildet der Jura, als ein Ganzes genommen, ein breites §. 48
Band, das im Süden weſtlich von der Inſel Wight beginnt, gegenüber den Juraſchichten, welche bei Caen und Honfleur von franzöſiſcher Seite aus den Canal berühren. Anfangs ſchmal, dann allmählich breiter werdend, zieht ſich das Band in der Nähe von Briſtol vorbei, über Bath hin nach Norden, überall nach Weſten hin, wo die Liasſchichten zu Tage gehen, auf den älteren Formationen des bunten Sandſteines, des alten rothen Kalkſteines und der Kohlenflötze aufliegend und öſtlich unter die Kreideſchichten, welche das Londoner Becken umgrenzen, einſchießend. Im Ganzen betrachtet, bildet deshalb der engliſche Jura nur einen Theil eines gewaltigen Ringes, der von den Ardennen, oder ſelbſt von Boulogne an, ſich zuerſt um das Pariſer Becken herum ſchlingt, zwiſchen Caen und Cherbourg über den Canal ſetzt und in gleicher Weiſe das Londoner Tertiärbecken umgiebt, um dann zwiſchen Kingſton und Newcaſtle ſich unter den Wellen der Nordſee zu verbergen. Vielleicht daß die juraſſiſchen Schichten im Norden des Harzes und Teutoburgerwaldes als öſtliche Fortſetzung dieſes Ringes anzuſehen ſind, der an den genannten Gebirgen in die Höhe gehoben iſt, während im übrigen nördlichen Deutſchland die Kreide- und Tertiärgebilde, ſowie die gewaltigen Anſchwemmungen, die Juraſchichten überdecken und dem Blicke entziehen.

Jura in Frankreich.

Die juraſſiſchen Gebilde in Frankreich zeigen ſich etwa in Geſtalt einer §. 48
in der Mitte geſchärften Achte, deren beide Ringe auf dem Feſtlande faſt ununterbrochen fortgehen. Der ſüdliche Ring iſt vollkommen geſchloſſen, er umgiebt im Kreiſe die centrale Bergkuppe Frankreichs, die granitiſchen Maſſen

und vulcanischen Kegel der Auvergne. Alle Schichten fallen von diesen Centralgruppen nach außen, und bekleiden, etwa wie ein Mantel, den höheren Granitkern. Anders verhält sich der zweite, nördliche Ring, der in weitem Kreise das Tertiärbecken von Paris umgiebt, und in der ganzen Länge des Canales von dem Meere unterbrochen ist. In diesen Ring fallen alle Schichten von außen nach innen ein. Das jurassische Gestein bildet demnach hier eine weite Mulde, in deren Innerem erst die Kreidegebilde, dann die Tertiärgesteine abgelagert wurden. Ueberall in der ganzen Reihe dieses um Paris herum sich schlingenden Gürtels, der im Westen auf dem Uebergangsgebirge der Bretagne, im Osten auf dem der Ardennen und den triasischen Gebilden der Vogesen aufruht, bilden die festeren Kalkmassen weit ausgedehnte Plateau's, die nach Westen hin mehr oder minder steile Abstürze zeigen, an deren Fuße die Mergellager sich finden, über welchen die Kalke der nächsten Gruppe als mehr oder minder hohe Mauern aufsteigen. Im Allgemeinen hat dieser Theil des französischen Jura's große Aehnlichkeit mit dem englischen; nur zeigt sich allmählich, gegen Süden und Osten zu, eine bedeutende Zunahme der Mächtigkeit in den oberen Kalkgebilden; Zunahme, die sich in dem schweizerischen Jura auf den höchsten Grad steigert.

§. 488. Der Lias bildet eine schmale, lange Bande längs des Westrandes der Vogesen. Auf dem Westrande des Ringes, der sich um Paris schlingt, zeigt er sich in der Nähe der Bretagne nur an zwei Stellen, namentlich im Norden bei Bayeux. Er besteht in seinem untersten Theile aus einem sandigen Kalke, über welchem ein thonhaltiger, dünnschieferiger Kalk liegt, mit ungeheuren Mengen von Gryphaea arcuata und darüber aus schwärzlichen Mergeln und Schiefern, den unteren Liasschiefern.

Ueber diesen Schiefern erhebt sich eine mächtige Kalkformation, aus Bänken von gelblichem, sehr feinkörnigem, oft ganz sandigem Kalke gebildet, der oft eine große Menge kieseligen Sandes enthält. Zuweilen finden sich Abwechselungen mit bläulichen Mergeln oder eisenschüssige Bänke. Diese Kalkbänke enthalten, als hauptsächliche Fossilien, Belemniten in sehr bedeutender Zahl, und sind deshalb auch besonders Belemnitenkalk genannt worden. Sie entsprechen, schon durch ihre physische Beschaffenheit, noch mehr aber durch ihre Lage, dem Marly-sandstone der Engländer.

§. 489. Eine sehr dünne, aber an Fossilien äußerst reiche Mergelschicht trennt diese Sandkalke von dem darüber liegenden Eisenoolithe, der schieferig oder blätterig, von bläulicher oder grünlicher Farbe ist und durch Verwitterung braunroth wird. Zuweilen wird seine Structur sehr porös. Auf dem Eisenoolith liegt die Walkererde, eine mächtige Mergelablagerung von fet-

tem, dunkelblauem Mergel mit einzelnen Kalkknoten und Gypslagern, welche hie und da zur Fabrication von Ziegeln und Backſteinen ausgebeutet wird.

Auf der Walkererde ruht der Hauptoolith, unten meiſt aus poröſen, §. 49
mehr oder minder eiſenhaltigen Kalkbänken gebildet, in welchen eine Menge zerbrochener Schalen und Corallen durch eine oolithiſche Grundmaſſe zuſammengehalten iſt. Ueber dieſen Kalken folgen Mergel von faſt weißer Farbe, die man dem Bradford-clay paralleliſirt hat, und auf denen wieder eine ſehr harte, eiſenſchüſſige Kalkſteinſchicht ruht, die dem Forest-marble, und feine Oolithe mit abwechſelnden Sandkalken und Mergeln, welche dem Corn-brash zu entſprechen ſcheinen. Die ganze Bathgruppe bildet auf dieſe Weiſe zwei ſehr beſtimmte Terraſſen, welche durch die Walkererde geſchieden ſind, und wo die untere vom Sandkalke und Eiſenoolithe, die obere vom Hauptoolithe bis zum Corn-brash zuſammengeſetzt wird.

Ueber dem Corn-brash folgt der Oxfordthon (zuweilen Argile de Dives §. 49
genannt) mit der charakteriſtiſchen Gryphaea dilatata in großer Menge und der graublauen Farbe, die ihn zu einer der leicht erkenntlichſten Bildungen in der juraſſiſchen Reihe macht. In Frankreich iſt dieſer Thon meiſt mit Kalklagern untermengt. Man unterſcheidet über und zuweilen in dem Thonlager noch eigenthümliche Sandlager (Calcareous-grit) und eiſenſchüſſige Oolithe, die aber nur locale Erſcheinungen ſind und bald einem weißen, zarten, zerreiblichen Kalkſteine Platz machen, der durch ſeine zahlreichen Corallenbänke und Polypen ſich ſogleich als ächter Coral-rag zu erkennen giebt. Im Weſten und Süden des Pariſer Beckens iſt der Coral-rag unmittelbar von der Kreide bedeckt; im Oſten aber findet ſich noch zwiſchen ihm und der Kreide der Kimmeridgemergel und der Portlandkalk mit denſelben Charakteren, wie in England ein, wovon erſterer hauptſächlich durch die Exogyra virgula charakteriſirt iſt.

Die öſtliche Seite des Ringes, welcher das Pariſer Becken umgiebt, §. 49
hängt durch einen ſchmalen Arm, bei Veſoul und Beſançon mit den Ketten des ſchweizeriſchen Jura zuſammen, die wir im Folgenden näher beſchreiben werden. Auf dieſem Arme ändert auch allmählich die Natur der Schichten ſelbſt; die ſandigen und mergeligen Lager treten zurück; die Bathgruppe verliert mehr und mehr ihre Wichtigkeit, während die oberen Schichten, Coral-rag und Portlandkalk, ungemein an Mächtigkeit zunehmen.

In Frankreich werden als beſonders charakteriſtiſch aufgeführt. Für §. 49
den Lias:

Pentacrinus caput Medusae, subangularis. Fig. 193 und 194.

Posidonia liasina.
Lima (Plagiostoma) gigantea. Fig. 227.
Pecten aequivalvis.
Gryphaea arcuata. Fig. 208.
» cymbium. Fig. 209.
Ostrea Beaumonti.
Terebratula numismalis. Fig. 202.
» tetraëdra.
Turbo ornatus.
Trochus anglicus.
Ammonites Walcotti.
» Bucklandi. Fig. 235.
» falcifer.
» fimbriatus.
Belemnites apici-curvatus.
» giganteus. Fig. 242.

§. 494. Für den unteren Oolith:

Pecopteris Beglei.
Zamites Bechei.
Mamillaria Desnoyersii. Fig. 185.
Pterophyllum Williamsoni.
Terebratula spinosa.
» globata.
» concinna.
» digona.
» varians.
» biplicata.
» decorata.
Pecten vimineus.
» lens. Fig. 213.
» paradoxus.
Ostrea acuminata.
Avicula echinata.
» costata.
Astarte excavata.
Modiola plicata
Lima proboscidea.
Pholadomya Murchisonae.
Cucullaea decussata.
Trigonia costata. Fig. 218.
Pleurotomaria ornata.
» conoidea. Fig. 229.
» elongata.
Melania Heddingtonensis.
Ammonites macrocephalus.
» Parkinsoni.
» Brogniarti.
» Gervillii.
» annulatus.
» Humphresianus.
» contractus.
» striatulus. Fig. 236.
Belemnites Aalensis.

§. 495. Für den mittleren Oolith, den Oxfordmergel und den Coral-rag:

Agaricia granulata.
Cidaris coronata.
Ananchytes bicordata.
Terebratula biplicata.
» Thurmanni. Fig. 205.
» bullata.
» ornithocephala.
» impressa.
Modiola tulipea.
Astarte minima. Fig. 223.
Astarte elegans. Fig. 224.
Trigonia clavellata. Fig. 219.
Ostrea gregarea
» Marshii. Fig. 206.
Gryphaea dilatata. Fig. 210.
Lima proboscidea.
Diceras arietina. Fig. 222.
Perna aviculoides.
Gervillia siliqua.
Nerinea nodosa.

Nerinea Mosae. Fig. 231.
» Godhallii. Fig. 232 u. 233.
Ammonites cordatus.
» communis.
» perarmatus.
Ammonites Lamberti.
» interruptus.
Belemnites hastatus. Fig. 243.
Serpula quadrangularis.
» flaccida.

Für den oberen Oolith, Kimmeridgemergel und Portlandkalk: §. 4

Zamites feneonis.
Terebratula sella.
Trigonia clavellata. Fig. 219.
Gryphaea (Exogyra) virgula. Fig. 211., bruntruttana.
Ostrea deltoidea. Fig. 207.
Pholadomya acuticosta.
Isocardia excentrica.
Mya mandibula.
» rugosa.
Pteroceras Oceani. Fig. 228.
Aptychus latus.

Jura in der Schweiz.

Der ſchweizeriſche Jura bildet einen weiten Bogen, der ſich von Schaffhauſen an, wo er mit dem deutſchen Jura zuſammenhängt, in weitem Bogen längs der Nord- und Weſtgrenze hinzieht und den Canton Aargau, Baſel, das Bisthum Baſel, Neuenburg, Waadt und Genf erfüllt. In dieſem ganzen Bereiche zeigt ſich der Jura mit hohen, eintönigen Kalkmauern, welche mehr oder minder tief eingeſchnitten ſind. Die älteren Schichten erſcheinen mehr nach Norden hin, beſonders im Canton Baſel zu Tage gehend; je mehr nach Süden hin ſich die Bergkette fortzieht, deſto ſeltener werden die Aufbrüche, welche ältere Schichten an der Oberfläche erſcheinen laſſen, und deſto mächtiger zugleich entwickeln ſich die oberen Lager. Im Allgemeinen bilden die mächtigen Kalkmaſſen der oberen Syſteme die Decke des Gebirges, und tiefe Längen- und Querriſſe zeigen die unteren Schichten. In ſolchen Längenriſſen bilden dann die einzelnen Kalklager §. 4

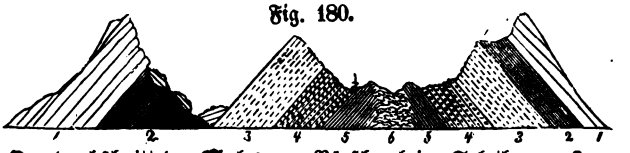
Fig. 179.

Plan eines Aufrißthales (Ruz) im franzöſiſchen Jura.

hohe Lippen, deren eine meiſt niedriger iſt, als die andere; die dem Riß zugewandte Seite iſt meiſt ungemein ſchroff, ſteil abgeriſſen, während die andere nach außen gerichtete, von den aufgerichteten Schichtflächen ſelbſt gebildet wird. Der hier beigefügte Querdurchſchnitt des Bärſchwyler Thales bietet eines der ſchönſten Beiſpiele für die Structur dieſer Thäler des Jura.

In der Mitte die gegen einander geſtellten Schichten des Keupers, einen zerbröckelten Gypsknoten umſchließend und an dieſe angelehnt in gleichmäßiger Folge die übrigen Gebilde. Die harten Kalke des Oolithes bilden die erſte, innerſte Lippe des Aufriſſes; die äußerſte iſt von dem Portlandkalke gebildet, der auf der einen Seite in weit bedeutenderer Maſſe entwickelt iſt.

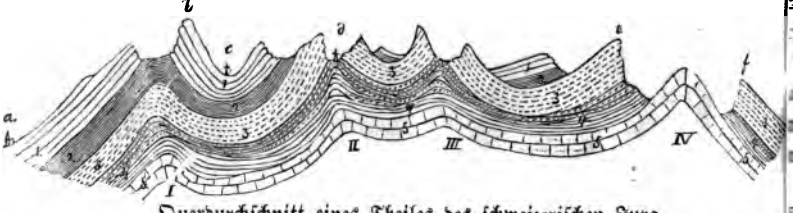
Fig. 180.



Querdurchſchnitt der Thales von Bärſchwyl im Solothurner Jura.
1. Portland- und Corallenkalk. 2. Oxfordmergel. 3. Unterer Oolith. 4. Lias. 5. Keuper. 6. Gyps.

§. 498. Betrachtet man den ſchweizeriſchen Jura im Ganzen, ſo bietet er mehre, ziemlich parallele Faltenbiegungen dar, welche ſich von Oſt nach Weſt erſtrecken, indeß dennoch fächerartig von einem in der Nähe von Baſel gelegenen Centralpunkte auszugehen ſcheinen. Die Ketten unterſcheiden ſich weſentlich dadurch von einander, daß die Aufriſſe mehr oder minder tief in das Innere dringen, wie dies auf dem hier gegebenen Durchſchnitte ſehr deutlich hervortritt. Je mehr die tieferen Schichten hervortreten, deſto zerriſſener iſt natürlich auch das Gebirge. So erſcheint in dem beigefügten Querdurchſchnitte die Kette des Weißenſteines als die einfachſte, da der Grund ihrer Thäler von dem Oxfordmergel gebildet wird, und nur der zerriſſene Portlandkalk die Lippen der Thäler darſtellt. In der Kette des Hauenſteines geht der Riß ſchon bis auf den Lias; die inneren Lippen der Thäler ſind vom Oolithe gebildet und der Portlandkalk nur ſtellenweiſe als äußere Bekleidung vorhanden. Beim Paſſwang wiederholt ſich dies Verhältniß — im Mont Terrible aber brechen die Schichten bis zum Muſchelkalke auf, der als domförmige Erhebung in der Mitte der Thäler auftritt.

Fig. 181.



Querdurchſchnitt eines Theiles des ſchweizeriſchen Jura.
1. Portland und Corallenkalk. 2. Oxfordmergel. 3. Unterer Oolith. 4. Lias und Keuper. 5. Muſchelkalk.
I. Kette des Weißenſtein. II. Der Hauenſtein. III. Der Paſſwang. IV. Der Mont Terrible.
a. Egerkingen. *b.* Die Hohefluh. *c.* Bärſchwyl. *d.* Schönthal. *e.* Der Rehhag. *f.* Der Renken.

Der Lias iſt mächtig entwickelt in den Cantonen Baſel, Aargau und §. 49
zum Theil auch in dem Canton Solothurn. Im Canton Bern kommt er nur ſelten zu Tage, und in den Cantonen weſtlich von Bern fehlt er durchaus. Er theilt ſich, im ſchweizeriſchen Jura, ſehr beſtimmt in eine obere und untere Stufe. Die untere iſt zuſammengeſetzt aus dem Liasſandſteine, einem grauen oder gelblichen Quarzſandſteine, oft mit kalkigem Cement, der zuweilen in mergelige Sandſchichten zerfällt. Ueber dieſem, nur wenige ſchlecht erhaltene Foſſilien enthaltenden Sandſteine liegt der Liaskalk oder Gryphitenkalk, von bräunlicher oder graublauer Farbe, muſcheligem oder ſplitterigem Bruche, in welchem die Gryphaea arcuata in großer Menge eingebacken iſt. Die Muſcheln bilden für ſich ganze Bänke, namentlich gegen den Schwarzwald hin. Ueber dieſen, dem unteren Lias angehörenden Kalken zeigen ſich die der oberen Stufe eigenthümlichen Liasmergel, von blauſchwarzer oder dunkelgrauer Farbe, die meiſt eine große Quantität bituminöſer Stoffe enthalten, oft ſchieferige oder blätterige Structur haben, und meiſt einen ſehr plaſtiſchen Teig beim Anrühren mit Waſſer bilden. Zuweilen entwickeln ſich mehr oder minder mächtige Kalkbänke in dieſen Mergeln, die manchmal 100 und mehr Fuß Mächtigkeit haben. Dieſe Mergel, an anderen Orten ſehr reich an Foſſilien, enthalten in der Schweiz nur ſehr wenige, ſeltene Exemplare.

Die Bathgruppe oder der untere Oolith zeigt zuerſt unmittelbar §. 50
über dem Liasmergel mürbe Schichten eines rauhen, kalkigen Sandſteines von dunkler, grünrother Farbe, der oft mit Eiſentheilen gemengt iſt, und offenbar dem Marly-sandstone der Engländer entſpricht. Er enthält nur wenige Foſſilien und verkohlte, unkenntliche Pflanzenreſte. Auf dieſen Sandſteinen liegt der Eiſenoolith oder Eiſenroggenſtein, oolithiſche, ſehr incohärente Kalkbänke von meiſt rothgelber Farbe, die mit braunrothen, kaum geſchichteten Mergeln wechſeln, in welchen viele Spathblättchen und eine Menge von Eiſenkörnern ſich finden. Zahlreiche Foſſilien finden ſich meiſt als Steinkerne, ſeltener mit verſpatheten Schalen. Ueber dieſen incohärenten Eiſenbänken, die meiſt nur eine geringe Mächtigkeit zeigen, finden ſich dann dichte Schichten feſter oolithiſcher Kalkſteine von weißer oder gelbgrauer Farbe, ſehr feinkörnig, zuweilen plattenkörnig abgelagert, meiſt aber ſehr deutlich in Schichten von 1 bis 1½ Fuß abgeſetzt. Sie enthalten eine große Quantität von Foſſilien.

Ueber dieſen dichten Eiſenroggenſteinen folgen zuerſt röthliche, kurze §. 51
Mergel, die ſich namentlich durch einen großen Reichthum an Foſſilien bemerklich machen, unter denen man die Ostrea acuminata hervorhebt, und die man der Walkererde (Fullers-earth) gleichgeſtellt hat. Darüber liegen oolithiſche Kalkſteine mit weißer oder grauer Grundmaſſe, weißen, hirſekörnförmigen Oolithen, die meiſt ſchieferig abgelagert ſind, wenig

Mächtigkeit haben, und dem Great-oolite der Engländer entsprechen sollen. Es folgen nun rothsandige Kalksteine und Mergel (Calcaire roux-sableux), welche in ihrem äußeren Verhalten sehr an die röthlichen Mergel erinnern, nur fester und sandiger erscheinen und dem Bradford-clay und Forest-marble parallelisirt werden. Die letzten Schichten der unteren Oolithgruppe werden nun von der sogenannten Dalle nacrée gebildet, die man mit dem deutschen Namen Perlmutterkalk belegen könnte; — schieferige Platten von breccienartiger Structur und mit einer Menge glänzender Blättchen versehen, die theils von Spathkrystallen, theils von Muschelresten herrühren. Diese Dalle nacrée bilden im schweizerischen Jura einen ziemlich wohl begrenzten Horizont, während die anderen Theile der Bathgruppe über dem unteren Eisenoolith den mannichfachsten Veränderungen und Wechseln unterworfen sind, so daß die von England her aufgestellten Unterscheidungen meist an Ort und Stelle nicht stichhaltig sind, indem meist ein oder das andere Glied der Gruppe fehlt.

2. Die Oxfordgruppe zeigt in dem schweizerischen Jura eine äußerst einfache Zusammensetzung und einen sehr gleichförmigen Habitus. In den untersten Lagern zeigt sich der Oxfordthon, blauschwarzer Mergel mit dünnen Zwischenlagern von mergeligen Kalken von rauchgrauer Farbe, die an denjenigen Orten die Ueberhand über die Mergel gewinnen, wo sie weniger Uferbildung als Hochseeabsatz scheinen. In diesen Hochseebildungen werden die Mergel schieferiger, ihr Reichthum an Fossilien verschwindet ganz, und die Felsart geht allmählich in den Knotenkalk, das Terrain à chailles, über, der dem Calcareous-grit der Engländer entsprechen soll. Dieser Knotenkalk bildet mergelige Kalkbänke von blaugrauer Farbe, die an der Luft in unregelmäßige concentrische Massen verwittern und so allmählich in Mergellager übergehen, die namentlich in den oberen Theilen vorwiegen. Diese Mergel enthalten rundliche, kugelförmige Kalkconcretionen, welche an der Oberfläche ockerig werden, meist weiß sind und in großer Menge durch alle Schichten zerstreut, diesen ihren charakteristischen Namen gegeben haben. An vielen Orten ist dieser Knotenkalk sehr charakteristisch ausgebildet, an anderen verschwinden die Knoten, die Mergel werden kalkiger, schieferiger, und die ganze Oxfordgruppe geht in eine einzige homogene Kalkmasse über, von erdigem Bruche und schieferiger Abblätterung, die man mit dem Namen des Lettsteines belegt hat.

3. Die oberen Glieder der englischen Oxfordgruppe, vom Coral-rag an, hat man in der Schweiz mit der Portlandgruppe vereinigt, da sie sehr häufig in einander verschmelzen, und eine constante Grenze nur zwischen den Corallenkalken und der Oxfordgruppe gezogen werden kann. Der Coral-rag zeigt sich in dem schweizerischen Jura in Form weißlicher Kalksteine, bald compact, bald kreidig oder als Breccie und Oolith, und man hat darin

nterabtheilungen unterſchieden, die namentlich im berniſchen Jura
trennt hervortreten, und die Corallenkalk (Calcaire corallien),
enoolith (Oolite corallienne), Nerineenkalk (Calcaire à Né-
nd Aſtartenkalk (Calcaire à Astartes) genannt wurden, letztere
i den charakteriſtiſchen, in Menge in den Schichten aufgehäuften

Alle dieſe verſchiedenen Abtheilungen, welche den oberen Lagern
rdgruppe entſprechen, verſchmelzen meiſt in mächtige Schichten wei-
keine, deren Unterſcheidung nicht mehr möglich iſt, und die man
allgemeinen Namen des Corallenkalkes belegt hat. Die Corallen-
elche in dieſen Schichten vorkommen, ſind oft im ſchweizeriſchen
vollſtändig entwickelt, daß Greßly ihre Karte entwerfen konnte,
ebenſo viel Sicherheit, als eine Karte der Coralleninſeln und Riffe
i Ocean.

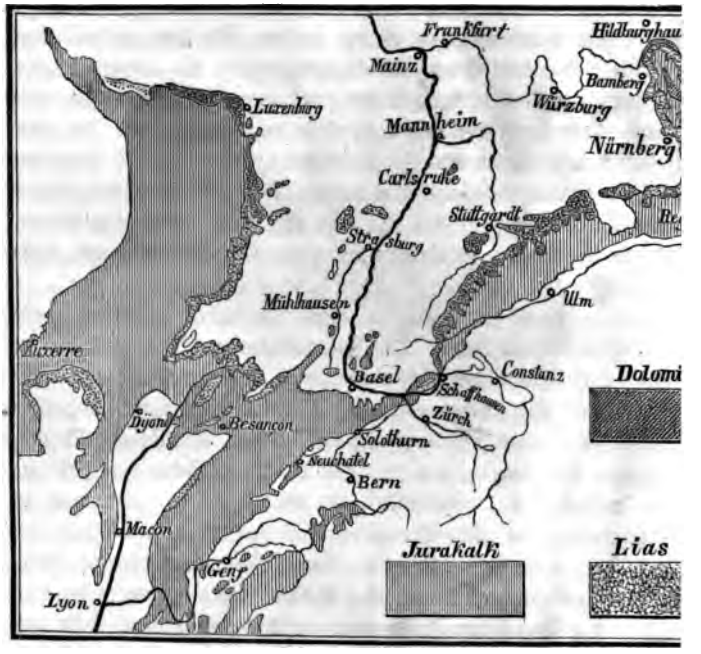
Portlandgruppe bietet in ihren verſchiedenen Theilen große §. 504
im ſchweizeriſchen Jura. Die Kimmeridgemergel ſind meiſt nur in
Mächtigkeit vorhanden, ſehr kalkig, erdig und mit ſehr vielen Foſſi-
hen, meiſt aber ſchlecht erhalten. Darüber dehnen ſich ungemein
Kalkſchichten aus, bald compact, mit erdigem, muſcheligem Bruche,
hig oder breccienartig, mit Corallen und Bruchſtücken von Foſſilien;
nd mergeliger da, wo die Ufer des Meeres waren, compacter in
ſeeregionen, eine reiche Menge von Foſſilien an erſteren Orten ent-

Je mehr nach Süden ſich der ſchweizeriſche Jura fortſetzt, deſto
r entwickelu ſich dieſe Kalke; ihre Schichtenlager werden mehre tau-
i dick; die Mergel von Kimmeridge verſchwinden gänzlich, und end-
t die ganze obere Juragruppe nur eine einzige, gewaltige Kalkmaſſe
ohne Foſſilien, ohne petrographiſche Unterſchiede, unterhalb welcher
Oxfordmergel den erſten Anhaltspunkt der Gruppirung gewähren.

ſchweizeriſche Jura iſt Gegenſtand ſehr genauer Unterſuchungen ge- §. 505
vorin namentlich nachgewieſen wurde, wie ſehr die verſchiedenen
nablagerungen ihre Natur ändern, je nachdem ſie an den alten
s juraſſiſchen Meeres als Uferſchlamm, als Dünen und Sandlager,
r in der hohen See als feines Kalkpulver abgelagert wurden. Es
ewieſen worden, daß die Natur der Foſſilien, ihr Wechſel in dem-
errain, mit der petrographiſchen Beſchaffenheit in enger Beziehung
ß die Mollusker, Polypen und andere Seethiere überhaupt beſtimmte
n einnehmen, welche auf der Natur des Ufers, der Tiefe des ju-
Meeres und anderen Verhältniſſen beruhen, die noch heut zu Tage
ten Einfluß ausüben. Wir werden auf dieſe Unterſuchungen ſpäter
nmen, da ſie von dem höchſten Einfluß erſcheinen auf die Art und
wie man ſich die Beſchaffenheit der Meere zur juraſſiſchen Zeit
t vorſtellt.

Jura in Deutschland.

Fig. 182.



Jura in Deutschland, der Schweiz und Frankreich.

. 506. Der Jura im Süden von Deutschland bildet einen weiten Bog sich von Schaffhausen aus durch Schwaben und Franken bis in gend von Bamberg und Baireuth erstreckt, und nur eine Fortsetz im Vorigen betrachteten schweizerischen Jura darstellt. Die Schid Großen betrachtet, fallen im Umkreise dieses weiten Bogens überall Richtung des Radius nach außen, so daß mithin die dem Mittelpu gekehrten Schichtenlagen die tiefsten sind, und nach außen die Schichten als Bedeckung aufliegen. Man unterscheidet im deutsche hauptsächlich drei Gruppen, den schwarzen Jura am Fuße des ges, flache Vorberge in Hügelgestalt, der in der ganzen Ausdehn Jurawalles denselben auf seiner nördlichen Seite wie ein Saum u und sich um das nördliche Ende bei Baireuth wie ein Haken umhe — es ist der Lias. Die unteren Schichten dieses Lias, die unn auf dem Keuper aufliegen, bestehen aus bräunlichen oder gelblichen steinen, untermischt mit Mergeln und dichten Kalksteinen. In den u

Lagern kommt namentlich die Gryphaea arcuata in ungeheuren Mengen vor. Der obere Lias beſteht beſonders aus ſchwarzen Schiefern mit großen Mengen von Poſidonien, weshalb ſie den Namen der Poſidonienſchiefer erhalten haben. Oberhalb dieſer Schiefer liegt noch eine dem deutſchen Jura eigenthümliche Schicht von Mergeln und Thonen, die beſonders bei Gundershofen im Elſaß ſehr bekannt iſt, einige charakteriſtiſche Muſcheln, die ihr eigenthümlich ſind, enthält (Trigonia navis; Gervillia pernoides) und von einigen Geognoſten zum Unteroolith gerechnet wird, wahrſcheinlicher aber noch dem Lias angehört.

§. 509 Auf dieſen Thonen liegen die für den mittleren oder braunen Jura in Deutſchland charakteriſtiſchen eiſenſchüſſigen, braunen Sandſteine, in welchen nur hie und dort einzelne compacte Kalkſteine, ſonſt nur Zwiſchenlager von Mergel auftreten, und die offenbar der ganzen Bathgruppe Englands, bis zum Oxfordthone, entſprechen. Es iſt unmöglich, in dieſen braunen Sandſteinen weitere Unterabtheilungeu zu machen. Ueber dieſen Sandſteinen liegt eine obere Schicht von ziemlich mächtigen Thonen, in welchen zuweilen dünne Schichten von Kalkſteinen auftreten, und als deren häufigſte Muſchel die Gryphaea dilatata, die Leitmuſchel des Oxfordthones, ſich findet. Es findet alſo auch hier im deutſchen, wie im ſchweizeriſchen Jura, eine beſtimmte Trennungslinie oberhalb des Oxfordthones Statt, Linie, die in England weniger bemerklich iſt.

§. 510 Der obere oder weiße Jura entſpricht den Schichten vom Coral-rag an aufwärts, und enthält mehre Abtheilungen, die man nur mit Mühe dem engliſchen paralleliſiren kann. Die unterſten, auf dem Oxfordthone liegenden Schichten bilden abwechſelnde Lager dünner, weißer Kalkſteine und Mergelſchichten, deren totale Höhe zuweilen bis 600 Fuß betragen kann, und die dem über dem Oxfordthone gelegenen Calcareous-grit und Thone zu entſprechen ſcheinen. Auf dieſen ſchieferartigen Schichten liegen nun ungeheuer mächtige Schichten eines weißen, compacten Kalkſteines, in welchem zahlloſe Mengen von Corallen vorkommen, ſo daß man nicht mit Unrecht den ganzen deutſchen Jura mit einem einzigen weiten Corallenriffe verglichen hat. Dieſe weißen, ſenkrecht abgeriſſenen Mauern, durch deren Verwitterung die einzelnen Corallen loſe werden und haufenweiſe die Felder bedecken, geben der ſchwäbiſchen Alp ihr eigenthümliches Anſehen.

§. 511 Der fränkiſche Jura unterſcheidet ſich durch eine eigenthümliche Umänderung dieſer gewaltigen Corallenriffe der ſchwäbiſchen Alp, welche durchaus in Dolomit umgeſetzt ſind, und ſo Maſſen von mehren hundert Fußen Mächtigkeit bilden, innerhalb welcher alle Foſſilien gänzlich verſchwunden oder höchſtens nur noch als mit Bergmilch angefüllte Höhlen übrig geblieben ſind. Das ganze Gebirge iſt dort in mannichfaltiger Art zerſprengt und zerklüftet, die unter dem Dolomit liegenden unveränderten Kalkſteinſchichten

zerworfen und erschüttert, und der Dolomit selbst auf die mannichfachste Art zerrissen, wodurch die vielen Höhlen entstanden sind, innerhalb welcher die bekannten großen Massen von tertiären Knochen abgelagert sind, welche der Gegend von Muggendorf, Gailenreuth und Streitberg ihre Berühmtheit verschafft haben. Die pittoresken Felsenlandschaften der fränkischen Schweiz beruhen einzig auf den durch die Verwitterung mannichfach veränderten Felsenformen des Dolomites.

512. Neben dem Corallenkalke unterscheiden sich sehr wohl weniger weiße, oft gelbliche Kalke von compacter Structur, die man ihres Gehaltes an Nerineen und Diceraten wegen öfter auch Nerineen- und Diceratenkalk genannt hat, und die offenbar dem Portlandkalke gleichbedeutend sind. Den Kimmeridgemergel, welcher in England, Frankreich, und öfter auch in der Schweiz den Corallenkalk von dem Portlandkalke trennt, hat man in Deutschland noch nicht wiedergefunden.

513. An einer beschränkten Stelle, die sicher in dem jurassischen Meere eine stille, wenig tiefe Bai darbot, deren schlammige Ufer nur allmählich sich unter die Wasserfläche senkten, in der Grafschaft Pappenheim, findet sich ein eigenthümliches Gebilde schieferiger Kalksteine, von äußerst feinem Korne, compacter Structur, ohne Spaththeile oder Adern, welche in der Nähe von Solenhofen in ungemeiner Menge als lithographische Schiefer ausgebeutet werden, und seit Erfindung der Lithographie einen Hauptindustriezweig des Ländchens bilden. Diese Platten, die eine Art Schale über dem Corallenkalke bilden, liegen in der Grafschaft Pappenheim waagerecht, und enthalten eine große Menge eigenthümlicher Fossilien, deren Erhaltung auf eine sehr große Ruhe in der Bildung nachweist, indem sogar Insecten und andere sehr zarte Körper sich versteinert finden. Die lithographischen Schiefer sind offenbar nur eine locale Bildung, die den unteren Schichten des Portlandkalkes angehört, und gerade hier so ausgezeichnet sich darstellt, weil die in einer höchst ruhigen Meeresbai gebildeten Schichten sich später nicht durch Hebungen zersplittert und modificirt haben. Der Portlandkalk der Schweiz bietet an vielen Orten in seinen unteren Schichten dasselbe Korn, dieselbe feine, compacte Masse dar, wie die lithographischen Schiefer, es ist aber nicht möglich, ihn zur Lithographie zu benutzen, da die mannichfachsten Hebungen ihn so zersplittert haben, daß keine größeren Platten gewonnen werden können. Man hat früher die lithographischen Schiefer mit den Schiefern von Stonesfield parallelisiren wollen, eine durchaus falsche Ansicht, welche auch zu ganz verkehrten Vorstellungen über den Jura Deutschlands im Allgemeinen führte.

514. In dem nördlichen Deutschland bilden die jurassischen Gebilde einen langen, schmalen, mehrfach gewundenen und zerworfenen Streifen, der sich am Nordrande des Teutoburgerwaldes von West nach Ost hinzieht,

durch die Porta Westphalica nach Hannover hin fortſetzt, und endlich bei Braunſchweig einen Halbring um die nördlichen Ausläufer des Harzgebirges macht. (Siehe die Karte des Harzes.) Faſt überall kommt hie und da als unterſtes Glied der juraſſiſchen Gebilde in dieſer Gegend der Lias zu Tage, mit denſelben Sandſteinen, Gryphitenkalken, Belemnitenſchichten und Poſidonienſchiefern, wie in Süddeutſchland, die durchaus dieſelben petrographiſchen Charaktere und dieſelben Foſſilien bieten.

§. 515 Oberhalb des Lias treten die Kalke und Oolithe in größerer Mächtigkeit auf. Der untere Oolith oder Dogger findet ſich am ausgezeichnetſten in den Umgebungen der Porta Westphalica in einer Mächtigkeit von 200 Fuß als ein brauner, eiſenſchüſſiger Sandſtein mit Eiſenlagern ganz in der Weiſe wie in Süddeutſchland die Sandſteine des braunen Jura. Auch hier ſcheint dieſer Dogger der ganzen Bathgruppe bis zum Oxfordthone zu entſprechen, und einzelne Abtheilungen nicht gemacht werden zu können. Der Oxfordthon iſt nur ſtellenweiſe in der Tiefe der Brunnen, die im Coral-rag angelegt wurden, getroffen worden.

§. 516 In dem oberen Jura Norddeutſchlands findet ſich zuerſt ein dünner, kalkiger, ſchiefriger Sandſtein, mit dunkelen, ſandigen Kalken untermiſcht, die dem Calcareous-grit entſprechen, über welchen dann an einzelnen Orten ein dichter, gelblichweißer Kalk aufliegt, der große Mengen von Corallen enthält, und gewiß der wahre Coral-rag iſt. An den meiſten Orten enthält aber der Coral-rag nur ſehr wenige Corallen, ſondern iſt meiſt mehr oder minder oolithiſch, zuweilen ſelbſt ſandig, mit untermiſchten Thonſchichten, und enthält hauptſächlich Muſcheln und andere Foſſilien der Art — eine Erſcheinung, die nicht auffallen kann, da in demſelben Meere und auf demſelben Boden die Production von Corallen, Muſcheln ꝛc. ſehr abwechſelnd je nach den verſchiedenen Localitäten iſt. An einigen, doch nur beſchränkten Oertlichkeiten iſt der Corallenkalk durch Dolomite erſetzt. Auf dem Corallenkalke endlich zeigt ſich der Portlandkalk, aus gelbgrauen oder gelbweißen, dichten Kalkmergeln beſtehend, in welchen nur wenig Kalk vorkommt, und die von einem eigenthümlichen, dunkeln, oft ſchwarzen Thone überdeckt ſind, der mit vieler Wahrſcheinlichkeit den unteren Mergeln und Thonen des Néocomien paralleliſirt werden dürfte. Man hat dies Gebilde, deſſen wir bei Betrachtung der Kreide erwähnen werden, den Hilsthon genannt.

§. 517 Unter den Verſteinerungen der juraſſiſchen Gebilde werden in Deutſchland beſonders als charakteriſtiſch aufgeführt:

Im Lias:

Ammonites Bucklandi. Fig. 234. Conybeari, Brookii; Bechei*, capricornus*, amaltheus*, costatus*, serpentinus*, Walcotti*, radians*, fimbriatus*, annulatus*, Davoei*, heterophyllus*.

Nautilus aratus.
Belemnites paxillosus*, Fig. 241. arcuarius*, digitalis*.
Lima gigantea. Fig. 227.
Unio(?) concinna.
Pinna Hartmanni. Fig. 226.
Gryphaea arcuata, Fig. 208, cymbium*, Fig. 209.
Spirifer Walcotti. Fig. 201.
Pholadomya ambigua*.
Plicatula spinosa*.
Terebratula numismalis, Fig. 20 tetraedra*, triplicata*.
Lepidotus gigas*, Tetragonolepis
Ichthyosaurus communis*, F 251—253, tenuis*, platyodon Fig. 254.
Pentacrinus subangularis*, F 193 u. 194, briareus*.
Avicula monotis.
Posidonia Bronnii.
Inoceramus gryphoides.

Die mit * bezeichneten in den oberen Liasſchichten.

§. 518. Im mittleren Jura:

Nucula Hammeri, Fig. 225, lobata.
Cypricardia obliqua.
Cytherea trigonellaris.
Gervillia pernoides, gastrochaena.
Trigonia navis, Fig. 217, clavellata, Fig. 218, costata, Fig. 219.
Ammonites Murchisonae, discus, Herveyi, Iason, Koenigii, sublaevis, Lamberti, hecticus.
Belemnites giganteus, Fig. 242, canaliculatus.
Pecten disciformis, Fig. 214, p sonatus, Fig. 215, lens, Fig. 21
Cerithium muricatum.
Astarte excavata.
Pholadomya Murchisoni.
Perna mytiloides. Fig. 216.
Lima proboscidea.
Ostrea Marshii. Fig. 206.
Cidarites maximus.
Terebratula varians.
Gryphaea dilatata. Fig. 210.

§. 519. Im oberen Jura:

Terebratula impressa, nucleata, lacunosa.
Ammonites perarmatus, alternans, polyplocus, polygyratus, biplex, bifurcatus, flexuosus, inflatus.
Nautilus aganiticus.
Belemnites semisulcatus.
Apiocrinus mespiliformis. Fig. 1 u. 192.
Galerites depressus.
Cidarites coronatus.
Scyphia cylindrica, costata.
Cnemidium ramulosum.
Astraea helianthoides. Fig. 187
Lithodendron trichotomum.

§. 520. Im Nerineen- und Diceratenkalke:

Nerinea suprajurensis. Fig. 230.
Terebratula trilobata, insignis, substriata, trigonella.
Mytilus pectinatus.
Pholadomya acuticosta, donacina.
Isocardia excentrica.
Pteroceras Oceani. Fig. 228.
Pinna granulata.
Diceras arietina. Fig. 222.

Jura in den Alpen.

In der Nähe der Alpen, ſo wie in den Alpenketten ſelbſt, modificiren §. 521
ſich die juraſſiſchen Gebilde ſo bedeutend, daß erſt in der neueſten Zeit dieſelben genauer verfolgt werden konnten. Von dem ſüdlichen franzöſiſchen Jura erſtreckt ſich ein weites Band juraſſiſcher Schichten über Chambery, das Ende des Genferſee's gegen den Thunerſee hin und von da längs des Nordrandes der Alpenkette nach Oſten fort. Der Salève bei Genf verbindet den eigentlichen ſchweizeriſchen Jura mit dieſem alpiniſchen Arme. Die Foſſilien ſind in dieſer Gebirgskuppe ſchon ſehr ſchlecht erhalten, und man unterſcheidet nur die höheren Glieder der Juragebilde; zu unterſt einen weißen, compacten oder oolithiſchen Kalk, der kreidig ausſieht und namentlich viele Polypen enthält — es iſt der Corallenkalk. Die Oolithe ſind namentlich in ſeinen oberen Schichten ſehr bedeutend entwickelt, in welchen ſich die Diceratsmuſcheln finden, ſo daß dieſe Schicht als der ächte Diceratenkalk betrachtet werden muß. Ueber dieſem Diceratenkalke liegt der Portlandkalk, ein grauer, compacter Kalk, der zuweilen mergelig und bläulich wird, und auf dem dann die unteren Kreideglieder ruhen. In der Form des Salève ſpricht ſich noch ganz die Geſtalt der juraſſiſchen Halbdome aus, die auf einer Seite zerriſſen, dort ſteile Mauern zeigen, während die Abhänge der anderen Seite durch die abfallenden Schichten ſelbſt gebildet, minder ſteil erſcheinen. In dem alpiniſchen Arme des Jura, der von Chambery her über den Nordrand der Berneralpen hin nach Oſten zieht, bemerkt man anfangs noch dieſelbe Tendenz zur Dombildung, denſelben einförmigen Charakter der Thäler, wie in den ächten Jurakalken, nur ſind die Formen rauher, die Ketten nicht nur quer, ſondern auch in ſchiefer Richtung geſpalten, und deshalb die Thalwände pittoresker. Je tiefer man nun in die Alpen eindringt, deſto mehr ſchwärzt ſich der anfangs weiße oder hellgraue Jurakalk, und geht ſo allmählich in den dunkelſchwarzblauen Alpenkalk über. In den eigentlichen Alpen nun, wo der Jurakalk unmittelbar den Granit und Gneiß des Centralkernes berührt, finden ſich ſehr wechſelnde Schichten von dolomitiſchen Kalkſteinen, gelblichbraune Rauchwacke mit Gypſen, rothe Thonſchiefer mit Thongallen oder Talkconglomeraten, die zuweilen für ſich allein ganze Berge bilden, und darüber eiſenſchüſſige Oolithe, die oft viele Foſſilien enthalten, namentlich Ammoniten und Belemniten, deren Arten jedoch meiſt unbeſtimmbar ſind.

Oberhalb dieſer, offenbar von der Einwirkung der Centralmaſſen der §. 52
Alpenkette im höchſten Grade veränderten Schichten, die wahrſcheinlich in größerer oder geringerer Ausdehnung die ganze juraſſiſche Reihe vom Lias bis zu den Alpen in ſich begreifen, liegt nun der Hochgebirgskalk in unge-

heuer mächtigen Massen, die zuweilen große, in den Gneiß eingekeilte Bruchstücke bilden, und in Form bedeutend hoher Berge vor der Centralkette sich aufthürmen, deren Abstürze nach dem Centralkerne gerichtet sind. Der Hochgebirgskalk ist grau oder schwarz, springt wie Glas und enthält meist keine Versteinerungen, so daß sein Alter nur schwer zu bestimmen ist. Im Allgemeinen aber scheint er dem Corallen- und Portlandkalke zu entsprechen, wenn nicht der letztere durch eine Art schwarzer, glänzender Schiefer repräsentirt ist, die sich an einigen Punkten oberhalb des Hochgebirgskalkes zwischen diesem und der Kreide finden, meist bedeutende Mengen von Eisen enthalten, und zuweilen auch einige Ammoniten finden lassen.

§. 523. Die Flora der jurassischen Gebilde bietet manche Eigenthümlichkeit dar. In ihr treten zuerst zahlreiche Seetange (Fucoiden) auf, deren analoge Arten noch jetzt in den Meeren grünen, und oft weite, schwimmende Bänke bilden. Die Arten dieser oft weichen, leicht zersetzbaren Pflanzen im fossilen Zustande zu bestimmen, erscheint fast unmöglich, da ihre Formen meist nur sehr schlecht erhalten, die Eigenthümlichkeiten ihrer Structur aber fast gar nicht mehr in dem Gesteine erkannt werden können. Unter ihnen zeichnet sich besonders eine Gruppe lederartiger, fadenförmiger und ungegliederter Gewächse mit ästigen oder zerstreuten Sporangien aus, zu welchen namentlich die Balioſtichen gehören, die röhrenförmige, doppelt getheilte Aeste haben, deren Oberfläche in Rautenfelder spiralig getheilt sind, in deren Mitte die punktförmigen Sporangien sitzen.

Fig. 183.

Baliostichus ornatus.
Aus den lithographischen Schiefern von Pappenheim.

Fig. 184.

Zamia pectiniformis.
Von Stonesfield.

§. 524. Eine bedeutende Rolle spielten unter den Landpflanzen der jurassischen Zeit die Cycadeen, jene eigenthümlichen Gewächse der heißen Zone, welche das Verbindungsglied zwischen den Farrenkräutern einerseits und den Nadelhölzern andererseits zu bilden scheinen. Man hat mehre Geschlechter dieser Familie in den fossilen Cycadeen unterschieden.

Die Zamien haben gefiederte Blätter mit meist ganzrandigen, spitzen Fiederblättchen, die mit ihrer ganzen Basis der Mittelrippe ansitzen, ohne auf ihre vordere

Fig. 185.

ites (Mantellia) megalophyllus.
dem Kalke der Inſel Portland.

oder hintere Fläche überzugreifen. Die Nerven der Blättchen ſind ſehr fein, gleich und parallel.

Die Mantellien oder Cycaditen bilden rundliche, faſt kugelförmige Stämme, ganz bedeckt mit rautenförmigen queren Blattanſätzen, in welchen man hie und da Spuren von friſchen Blattknospen ſieht, mit ſehr deutlichem, ſtrahlig geſtreiftem, loſem Holzringe. Die Blätter ſelbſt ſind unbekannt; die Stämme ſtehen an manchen Orten neben einander, wie in einem Walde. §. 525

186.

Desnois dem Mamerz.

Außer den Cycadeen kommen noch viele Farrenkräuter und Coniferenſtämme vor, ſowie die Mamillarien, eine durchaus zweifelhafte Art nicht ſehr dicker, langer Stämme, die regelmäßige, ſechsſeitige, abgeſtumpfte Höcker mit einer concaven Narbe auf der Spitze zeigen. Ihre Stellung iſt durchaus unbekannt. §. 526

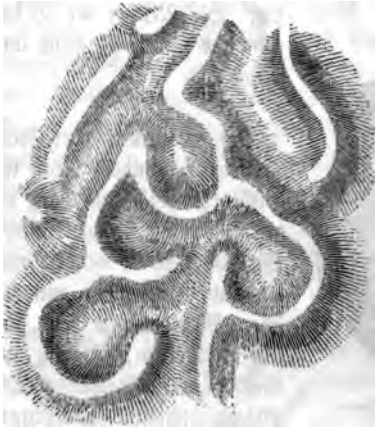
In der Fauna der juraſſiſchen Gebilde nehmen die Corallenpolypen einen beſonders wichtigen Rang ein, da ſie förmliche Bänke und Riffe darin bilden, die in vieler Beziehung den jetzt in der Südſee vorhandenen ähnlich ſind. Das ſchon früher erwähnte Geſchlecht der Aſträen zeichnet ſich noch beſonders aus, und mehre Arten deſſelben finden ſich an vielen Orten in ungeheuren Maſſen angehäuft. §. 527

ſig. 187.

helianthoides.
m Coral-Rag.

Die Mäandrinen bilden halbkugel- oder kugelförmige, dichte, ſteinartige Maſſen, auf deren convexer Oberfläche mannichfache Sternblätter quer von bogig gewundenen und geſchlängelten Rippen und Leiſten ausgehen. Das Ganze ſieht §. 528

Fig. 188.

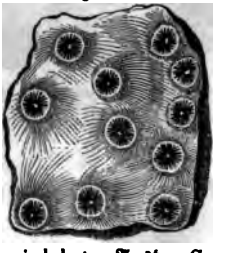


Maeandrina montana.
Aus dem Coral-rag.

grob ſchattirten Berggräten auf einer Karte nicht unähnlich.

§. 529. Die Explanarien bilden kalkige, feſtgewachſene Polypenſtöcke mit blattartig ausgebreiteter Oberfläche. Röhrenartige Sternzellen, von dichter Kalkmaſſe umgeben, verlängern ſich in die Tiefe. Die Zellen ſtehen ohne ſcheinbare Ordnung zerſtreut.

Fig. 189.



Explanaria lobata. Aus dem Coral-rag.

Fig. 190.

Lobophyllia semisulcata.
Aus dem Coral-rag.

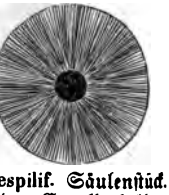
§. 530. Die Lobophyllien unterſcheiden ſich von den Caryophyllien, mit denen ſie ſonſt die größte Aehnlichkeit haben, durch eine große Zahl ſchneidender, ſcharfer und ausgezackter Lamellen, wodurch die Zellen in eine entſprechende Anzahl von Rinnen getheilt werden.

§. 531. Unter den geſtielten Echinodermen oder den Enkriniten zeichnen ſich während der juraſſiſchen Zeit namentlich zwei Familien aus, diejenige der Apiokriniten, wo die Köpfe maſſiv, rund, die

Fig. 191.

Apiocrinus mespiliformis.
Kopf.

Fig. 192.



A. mespilif. Säulenſtück.
Aus dem Corallenkalke.

Arme nur einfach getheilt und die Tentakeln ebenfalls maſſiv erſcheinen, ſo daß dieſe Foſſilien in ihrem äußeren Verhalten ziemlich dem Encrinus des Muſchelkalkes gleichen. Die Säule iſt drehrund, und meiſt findet man nur

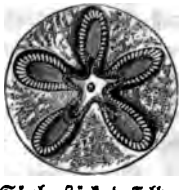
Fig. 193.

Pentacrinus subangularis. Aus dem Lias.

einzelne Glieder oder Köpfe, von welchen die zehn Arme getrennt ſind, ſo daß nur der kopfartige Theil der Kerne übriggeblieben iſt.

Die Pentakrinen (Fig. 193 u. 194) haben fünfkantige Säulen mit einfachem Nahrungskanal, und auf dieſen einen Wedel von ungemein zertheilten Armen, die auf einem kaum merklichen Kopfe aufſitzen. Die federartige Vertheilung der Aeſte, Zweige und Zweiglein, ſowie die ſonnſternartigen fünfeckigen Figuren, welche die Säulenglieder dieſer Pentakriniten auf ihren Gelenkflächen zeigen, laſſen ſie leicht erkennen, zumal da die Säule eine große Menge von Hülfsarmen beſitzt, deren Eindrücke ſich an vielen Säulengliedern zeigen. §. 532

Fig. 194.



Säulenſtück deſſelben, vergrößert.

Die Seeigel des Jura ſind in großer Zahl und Mannichfaltigkeit vorhanden und meiſt für die Beſtimmung der einzelnen Schichten und Gruppen weit den Muſcheln vorzuziehen, da ihre Schale weit mehr Charaktere darbietet, welche zur leichten Unterſcheidung der Arten dienen können. Alle freien Seeigel oder Echiniden haben mehr oder minder ausgebildete Stacheln, die bald nur feinen Haaren gleichen, bald gewaltige keulenförmige Organe ſind, die auf beſonderen Warzen der Schale aufſitzen und leicht abfallen; die Schale umſchließt das ganze Thier, iſt aus einzelnen Kalkplättchen zuſammengefügt und zeigt ſtets zwei beſtimmt verſchiedene Oeff- §. 533

mungen, Mund und After, deren wechſelnde Stellung ſehr geeignete Anhaltspunkte bietet; auf der Schale finden ſich, in beſtimmte Linien geordnet, feine reihenförmige Oeffnungen ſehr verſchiedener Geſtalt und Anordnung, die ſogenannten Ambulacren, durch welche die Thiere Saugnäpfe und Haftorgane als Bewegungs- und Fangwerkzeuge hervorſtreckten. Meiſt herrſcht die Fünfzahl in dieſen Schalen vor; die Ambulacren namentlich bilden meiſt einen im Scheitelpunkte zuſammenlaufenden fünftheiligen Stern.

§. 534. Die eigentlichen Cidariten haben einen weiten, rundlichen, centralen Mund, der meiſt zehntheilig eingekerbt iſt und den After im Scheitel der Schale. Die Warzen der Schale, welche die Stacheln tragen, ſind ungemein groß, halbrund, erhaben, mitten durchbohrt; die Stacheln ungemein groß, meiſt keulenförmig angeſchwollen. Letztere findet man meiſt getrennt von den Schalen, ſo daß man viele noch nicht mit Sicherheit hat beſtimmen können, und Schale einerſeits, Stachel andererſeits einen verſchiedenen Namen tragen. Man hat das Genus Cidaris in viele kleinere Genera zerlegt meiſt nach der Structur der Ambulacren, der Warzen ꝛc., auf welche einzugehen hier zu weit führen würde.

Fig. 195.

Hemicidaris (Cidaris) crenularis. Terrain à Chailles; Corallenkalk.

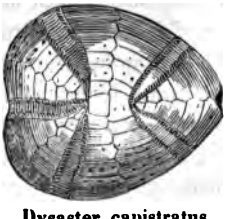
Fig. 196.

Cidaris Blumenbachii. Stachel. Terrain à Chailles.

Fig. 197.

Cidaris glandifera. Stachel. Terrain à Chailles.

Fig. 198.

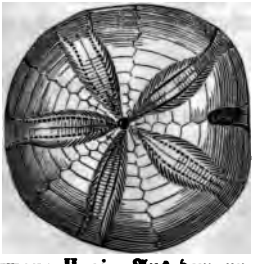


Dysaster capistratus. Orfordmergel.

§. 535. Das Geſchlecht der Dyſaſter (Fig. 198) unterſcheidet ſich von allen anderen Seeigeln durch die merkwürdige Eigenthümlichkeit, daß ſeine Ambulacren nicht im Scheitel in einen Punkt zuſammenlaufen, ſondern ſich in zwei Gipfelpunkten vereinigen; einer für die drei vorderen, ein anderer

für die beiden hinteren Ambulacralreihen. Der Mund liegt auf der unteren Seite nach vorn, der After hinten am Rande. Die Dyſaſter ſind hauptſächlich juraſſiſch und deshalb ein vortrefflicher Anhaltspunkt.

Fig. 199.



Clypeus Hugi. Aus dem unteren Oolith.

§. 536. Die Clypeusarten haben eine runde Form, einen runden, auf der Unterfläche gelegenen Mund, während der After auf der oberen Fläche in einer tiefen, rundlichen Grube liegt. Ihre Ambulacren bilden einen eleganten, fünfſtrahligen Stern. (Fig. 199.)

Fig. 200.

Diadema seriale. Unterer Lias.

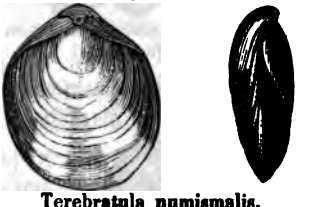
§. 537. Das Genus Diadema hat eine rundliche Form, durchbohrte Warzen, gleichförmig convergirende Ambulacren aus paarigen Löchern gebildet, und meiſt nur zwei Reihen ſtacheltragender Warzen auf den Feldern zwiſchen den Ambulacren. Die Stacheln ſind dünn, cylindriſch, der Mund zehneckig. (Fig. 200.)

§. 538. Der Lias iſt die einzige Gruppe aus dem Jurakalk, welche noch einige Arten des in den paläozoiſchen Gebilden ſo häufigen Genus Spirifer enthält; in den übrigen juraſſiſchen Abtheilungen kommen nur Terebrateln vor, dieſe aber in großer Zahl und ſehr charakteriſtiſchen Arten (Fig. 201, 202, 203, 204, 205).

Fig. 201.

Spirifer Walcotti. Aus dem Gryphitenkalk.

Fig. 202.



Terebratula numismalis. Aus der Belemnitenſchicht des Lias.

Fig. 203.

Terebratula globata. Aus dem unteren Oolith.

Fig. 204.

Terebratula impressa.

Fig. 205.

Terebratula Thurmanni. Aus dem Oxfordmergel.

§. 539. Unter den einmuskeligen Muſcheln der juraſſiſchen Gebilde zeichnen ſich vor allen die Geſchlechter der Auſternfamilie aus, welche hier zuerſt bedeutende Bänke bilden, deren äußerer Habitus durchaus den Auſterbänken unſerer Küſten entſpricht.

Die eigentlichen Auſtern (Ostrea) ſind mit der rechten größeren Schale angewachſen, während die linke deckelartig darauf liegt. Die Schale ſelbſt iſt ſtets ſehr unregelmäßig, da ihre Form ſehr nach dem Platze ſich richtet, auf welchem ſie angeheftet iſt. Das Schloß iſt zahnlos, das Schloßband in einer großen, kegelförmigen Grube verborgen, die größentheils im dreieckigen Schloßfelde der rechten größeren Schale liegt. Der Muskeleindruck iſt meiſt ſehr tief und groß; die Buckeln, der der rechten Schale beſonders, ohne ſeitliche Krümmung. Viele Auſterarten ſind deshalb bezeichnend für ihre Schichten, da ſie in ungeheurer Menge vorkommen. Bei dem großen Wechſel ihrer äußeren Form aber iſt es oft unmöglich, die einzelnen Arten zu erkennen. (Fig. 206, 207.)

Fig. 206.

Ostrea Marshii. Aus dem Oxfordmergel.

Fig. 207.

Ostrea deltoidea. Aus dem Kimmeridgemergel.

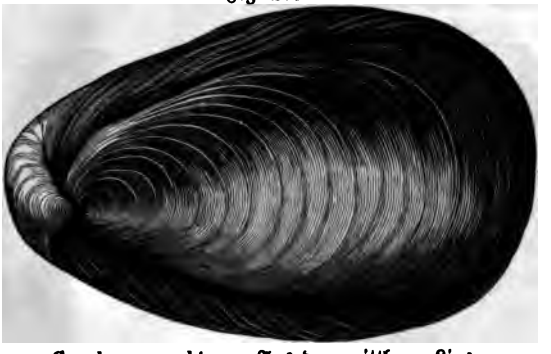
§. 540. Die Gryphäen unterſcheiden ſich von den Auſtern einzig durch den Buckel der rechten Schale, der ſich ſpiralig nach innen eindreht. Wahrſcheinlich war die Muſchel frei oder doch nur loſe angeheftet, weshalb in dieſem Geſchlechte die äußere Form nur wenig variirt und jedenfalls keine ſo ungemein große Veränderlichkeit zeigt, wie die Auſtern. Die Gryphäen (Fig. 208, 209, 210, 211)

Fig. 208.

Gryphaea arcuata. Aus dem unteren Liaskalk (Gryphitenkalk).

ben durch ihr geſelliges Zuſammenſein in ungeheuren Mengen und durch re conſtanten ſpecifiſchen Merkmale herrliche Leitmuſcheln für die einzelnen chichten ab.

Fig. 209.



Gryphaea cymbium. Aus dem mittleren Lias.

Fig. 210.

Gryphaea dilatata. Aus dem Oxfordthon.

Fig. 211.

Gryphaea virgula.
Aus dem Kimmeridgemergel.

Fig. 212.

Plicatula spinosa.
Aus der Belemnitenſchicht des Lias.

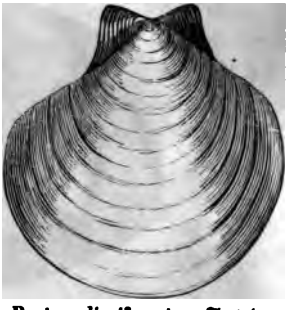
§. 541 Den Auſtern ziemlich nahe ſteht ein anderes Geſchlecht angehefteter Muſcheln, die Plicatulen. Dieſe haben ungleiche Schalen ohne Ohren, ſchmal am Schloß, nach unten abgerundet, mit zwei ſtarken, winkelförmig divergirenden Schloßzähnen in jeder Schale, zwiſchen welchen das dreieckige Schloßband verſteckt iſt. Die Oberfläche dieſer Muſcheln iſt meiſt gewellt oder gefaltet; die Buckeln nicht vorſtehend. Der Muskeleindruck liegt in der Mitte.

§. 542. Die ſchon früher erwähnten Kammmuſcheln (Pecten) zeigen in den juraſſiſchen Gebilden mannichfache Vertreter, von welchen die folgenden, als beſonders häufig und leicht kenntlich, für ihre Lagerungen als Leitmuſcheln dienen können. (Fig. 213, 214, 215.)

Fig. 213.

Pecten lens. Aus dem unteren Oolith.

Fig. 214.



Pecten disciformis. Aus dem mittleren Jura.

Fig. 215.

Pecten personatus. Aus dem oberen Lias.
a. Linke Schale. b. Rechte Schale von Außen. c. Schale von Innen.

Fig. 216.

Perna mytiloides. Aus dem Eiſenoolith.

§. 543. Sehr leicht zu unterſcheiden ſind die Muſcheln, die zum Genus Perna gehören (Fig. 216). Sie zeichnen ſich durch eine längliche, platte Geſtalt, faſt gleiche Schalen und ein langes, gerades Schloß aus, welches aus zwei dicken Leiſten beſteht, in denen tiefe Einſchnitte ſich befinden. Die Einſchnitte des linken Schloſſes entſprechen den Einſchnitten des rechten Schloſſes und nicht den Erhöhungen. Die beiden Schalen greifen demnach nicht im Schloſſe in einander, ſondern legen ſich platt zuſammen, und die Einſchnitte dienen zur Befeſtigung der vielen kleinen Bänder, welche bei den Pernen ſtatt eines einzigen Bandes ſich finden. Vorn findet ſich ein klaffender Ausſchnitt zum Durchtritt des Byſſus; im Inneren ſieht man einen großen Muskeleindruck, der mehr im oberen Theile der Schale liegt.

Fig. 217.

nia navis. Oberer Lias.

Die Trigonien (Fig. 217, 218, 219), deren Gegenwart im Jura ſchon durch die nur wenig verſchiedenen Myophorien des Muſchelkalkes angekündigt war, zeigen im Jura eine Menge charakteriſtiſcher Arten. Dieſe Muſcheln ſind meiſt mehr oder minder dreieckig, ihre Schalen ſind ungemein dick und ſcheinen ein ſehr feſtes Schloßband beſeſſen zu haben, da man nur höchſt ſelten offene Exemplare, ſondern meiſt nur durchaus geſchloſſene Muſcheln oder Steinkerne findet. Die Muſchel iſt gleichſchalig, ungleichſeitig; die Schloßzähne lang ſeitlich zuſammengedrückt, Vförmig geſtellt und mit queren Einſchnitten verſehen, die den Myophorien fehlen; auf der linken Schale befinden ſich vier Zähne, die nur auf einer Seite Einſchnitte tragen, während die rechte Schale zwei, beiderſeits gekerbte Schloßzähne beſitzt. Das Schloßband iſt äußerlich Die Steinkerne zeichnen ſich durch die ſpitz dreieckige Form und die zwei rundlichen Muskeleindrücke aus, welche durch die vom Mantel herrührende Rinne verbunden werden. Faſt jede Schicht des Jura hat ihre eigenthümliche Trigonie.

§. 544.

Fig. 218.

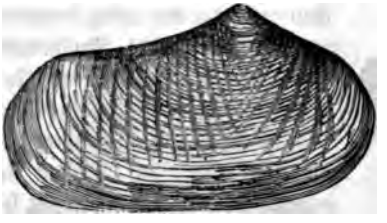
nia clavellata. Aus dem Orfordmergel.

Fig. 219.

costata. Aus dem unteren Oolith.

§. 545. Man findet hauptſächlich in denjenigen Schichten des Jura, welche einſt

Fig. 220.



Goniomya literata. Terrain à Chailles.

ſchlammigen Meeresboden bildeten, eine Menge von Muſcheln aus der Familie der Myaceen, unter welchen ſich namentlich die Goniomyen auszeichnen. Dieſe Muſcheln haben nämlich bei ſonſt nicht auffallender äußerer Geſtalt das Eigenthümliche, daß ihre Rippen von beiden Seiten her zuſammenneigen, und ſo auf jeder Schale eine V förmige Figur bilden, deren Spitze nach unten gerichtet iſt. Die Goniomyen finden ſich nur im Jura und der unteren Kreide.

§. 546. Zu derſelben Familie gehören auch die Pholadomyen (Fig. 221), ein

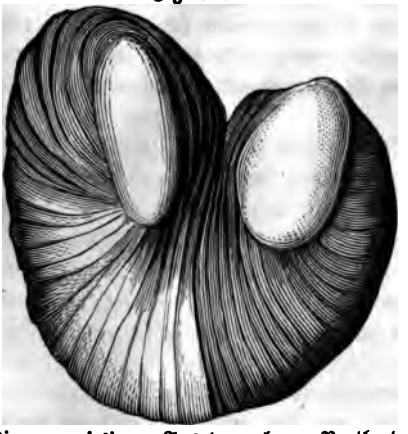
Fig. 221.

Pholadomya exaltata. Aus dem Oxfordthon.

außerordentlich zahlreiches Geſchlecht ſehr veränderlicher Muſcheln mit entgegengeſetzten Buckeln, dünner Schale, die meiſt zu beiden Seiten offen ſteht, auch bei vollſtändigem Schluſſe, am meiſten aber nach hinten. Der Manteleindruck zeigt einen tiefen Ausſchnitt am hinteren Theile. Das Schloß iſt zahnlos und hat nur eine leichte Rinne und entgegengeſetzten Wulſt zur Befeſtigung des kurzen Bandes.

Man findet meiſt nur die Steinkerne dieſer Muſcheln. Die einzelnen Arten ſind ſo häufig, daß ſie vortreffliche Leitmuſcheln geben könnten, wenn nicht die unterſcheidenden Merkmale ſo gering wären, daß man nur mit größter Mühe die Arten unterſcheiden kann und deshalb ſteten Verwechſelungen ausgeſetzt bleibt. Man ſollte aus dieſem Grunde die Pholadomyen gar nicht mehr zur Charakteriſirung der Schichten anwenden, da man mit vollem Rechte ſagen kann, daß nur geübte und ſehr ſpeciell geübte Zoologen im Stande ſind, die Arten zu unterſcheiden.

Fig. 222.

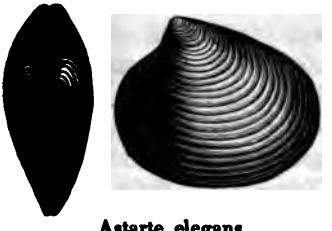


Diceras arietina. Aus dem oberen Portlandkalke (Diceratenkalk).

Eine eigenthümliche, unter allen Umſtänden leicht kenntliche Form von Muſcheln bilden die Doppelhörner, Diceras (Fig. 222), deren Arten einzig auf die oberen juraſſiſchen Schichten beſchränkt ſind. Beide Schalen ſind ungemein dick, unregelmäßig, ungleich, hornförmig ausgezogen und eingerollt. Das Schloß iſt ſehr complicirt und mit Erhabenheiten verſehen, die mehr oder minder diejenigen der menſchlichen Ohrmuſchel nachahmen. §. 54

Die Aſtarten haben eine faſt kreisrunde Form mit zwei gleichen Schalen, die vollkommen ſchließen und meiſt ſelbſt zu vollſtändigerem Schluſſe innerlich gekerbt ſind längs des Randes. Das Schloß hat zwei Zähne an §. 54

Fig. 223.



Astarte elegans.

Fig. 224.

Astarte minima.

Aus dem oberen Coral-rag (Aſtartenkalk).

Fig. 225.

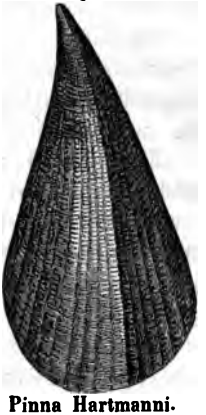
Nucula Hammeri. Aus dem oberen Lias. a. Von der Seite. b. Von oben. c. Eine Schale von innen. d. Steinkern von der Seite.

jeder Schale; der vordere Muskeleindruck iſt durch einen Quervorſprung in zwei getrennte Eindrücke getheilt. Das Band liegt äußerlich. Die runden Anwachsſtreifen treten ſehr ſtark wulſtig hervor. (Fig. 223 u. 224.)

Die Nuculen (Fig. 225) aus der Familie der Arcaceen kommen beſonders häufig in allen oolithiſchen Schichten vor. Es ſind meiſt kleine, regelmäßige Muſcheln mit äußerlichem, randlichem Bande, einem viel- §. 54

fach gezahnten Schloſſe, deſſen Zähne eine in ſtumpfem Winkel gebrochene Reihe bilden. In dem Buckel der Schale befindet ſich ein großer löffelförmiger Zahn, der indeß leicht zerſtört wird. Die beiden Muskeleindrücke ſind ſtark und durch einen einfachen Manteleindruck verbunden.

. 550. Fig. 226.



Pinna Hartmanni.
Aus dem unteren Lias.

Die Steckmuſcheln (Pinna) (Fig. 226) laſſen ſich leicht an ihrer geſtreckt dreieckigen oder fächerförmigen Geſtalt erkennen; ſie ſind gleichſchalig dünn; die Buckeln bilden die ſchmale Spitze, und dicht hinter ihnen befindet ſich der kleine vordere Muskeleindruck. Der Schloßrand iſt gerade und zahnlos; vorn befindet ſich ein bedeutender Ausſchnitt für den Byſſus.

. 551. Die Feilenmuſcheln (Lima) haben zwei ungleichſeitige Schalen, die nur ſehr wenig von einander verſchieden ſind, einen geraden, freien Schloßrand mit einem einſeitigen Ohre und einem dreieckigen Schloßfelde. Die Buckeln der Schalen ſtehen aus einander. Das Schloß ſelbſt iſt zahnlos und hat eine dreieckige, innerliche Rinne. Am hinteren Rande befindet ſich bald ein Ausſchnitt für den Byſſus, bald fehlt ein ſolcher. Man hat die Arten ohne Byſſusausſchnitt in ein beſonderes Geſchlecht, Plagioſtoma, vereinigt, während man nur denjenigen, welche einen ſolchen beſitzen, den Namen Lima gelaſſen hat (Fig. 227), eine Trennung, die nicht gerechtfertigt ſcheint. Die Feilenmuſcheln beginnen ſchon im Muſchelkalke und gehen durch alle Formationen bis in die Jetztwelt.

Fig. 227.

Lima (Plagiostoma) gigantea.
Aus dem Lias.

. 552. Die Flügelhörner (Pteroceras) haben eine dicke, ovale Schale mit meiſt niedriger Spindel; die Mundöffnung iſt länglich ſchmal nach vorn in einen langen, gebogenen Kanal ausgezogen; der äußere Mundrand in einen Flügel erweitert, der hinter dem Kanale einen Ausſchnitt hat und vielfache Zacken und Spitzen trägt; der innere Mundrand iſt glatt oder

ſchwielig. Die Zacken ſind bei den foſſilen Arten meiſt abgebrochen. (Fig. 228.)

Fig. 228.

Pteroceras Oceani. Aus dem Portlandkalke.

Fig. 229.

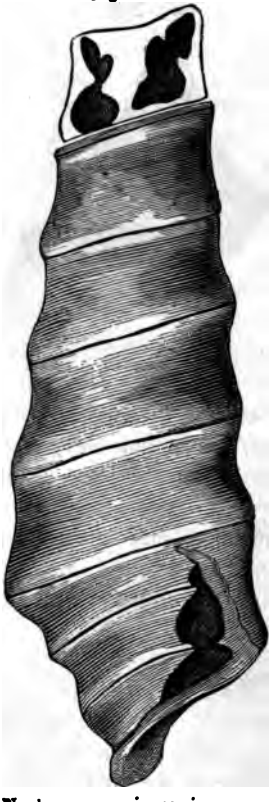
Pleurotomaria conoidea. Aus dem unteren Oolith.

§. 55 Die Pleurotomarien (Fig. 229) haben eine dicke, kegelförmig gewundene Schale mit etwas gewundener Spindel und viereckig ſchmaler Mundöffnung, an deren äußerem Rande zunächſt am Umfange ein ſchmaler, tiefer Spalt ſich zeigt, deſſen Exiſtenz das Geſchlecht von den ſehr nahe verwandten Kreiſelſchnecken (Trochus) unterſcheidet. Die Oberfläche der Schale iſt meiſt gegittert.

§. 55. Ein eigenthümliches Geſchlecht nur foſſiler Schnecken, das faſt ausſchließlich auf die juraſſiſchen Gebilde vom unteren Oolith an beſchränkt ſcheint, iſt das Genus Nerinea, von dem man jetzt mehr als dreißig Arten aus allen Welttheilen kennt. Nur eine Art ſcheint in der ächten Kreide vorhanden; alle übrigen in den Schichten des Jura und noch im neokomiſchen Gebilde, der unterſten Kreideablagerung. Die Geſtalt der Nerineen iſt meiſt ſehr langgeſtreckt, thurmförmig oder ſelbſt faſt cylindriſch; die Schale iſt ſehr dick, die Mundöffnung ſcharfrandig, mehr oder minder rhomboidal. Der merkwürdigſte Charakter dieſes Geſchlechtes beruht in einigen auf der inneren Fläche vorſpringenden Falten der Schale, welche in die Höhle der Schnecke hereinragen und bei zunehmendem Alter derſelben ſich vergrößern, ſo daß die letzten Windungen der Schnecke faſt gar keine Höhlung mehr beſitzen, indem die wuchernden Falten ſie ausfüllen. Je näher der Mundöffnung, deſto dünner iſt auch die Schale und deſto kleiner ſind die Falten, die indeß in der Mundöffnung ſelbſt ſtets ſehr ſichtbar ſind.

Die hier abgebildete Nerinea suprajurensis iſt durchaus charakte für die oberen Schichten des Portlandkalkes, wo ſie in ungeheuren M zuweilen ganze Bänke bildend, vorkommt.

Fig. 230.



Nerinea suprajurensis. Darüber eine Windung mitten durchſchnitten.

Fig. 231.

Nerinea Mosae. Aus dem Coral-rag.

Fig. 232.

Nerinea Godhallii. Aus dem Coral-rag.

Fig.

Dieſ Läng ſch

55.

Die Ammoniten mit äußerlich gezäl Kammerwänden bilden vom Muſchelk zur Kreide eine ungemein lange Reil Arten, die oft bei ihrer Häufigkeit u charakteriſtiſchen Form ihrer äußeren rungen ſehr bezeichnend ſind. Die Ar ten ſind gleichförmig aufgerollte, gek Schalen eines dintenfiſch- oder nautilus Thieres. Das Thier lebte in der ä Kammer der Schale, die meiſt ungemei im Verhältniß zu den übrigen Kamm Dieſe letzteren waren hohl mit Luft füllt und dienten ſo dem Thiere als gewicht, gleichſam als Schwimmblaſe. durch dieſe Kammern durchgehende Röhre, der Sipho, diente nicht, w glaubte, als Vermittler zwiſchen den einzelnen Kammern und dem wodurch letzteres die Luft in den Kammern willkührlich verdichten od dünnen konnte, ſondern es war einfach eine Kalkröhre, die einen S ſtrang beherbergte, wodurch das Thier an die Schale befeſtigt war. Sipho der Ammoniten ſteht an dem äußeren Rande der Schale, welc den Windungen abgewandt iſt. Man hat dieſe Seite, obwohl mit g Unrecht, den Rücken des Ammoniten genannt, da, nach der Beſchaf

des jetzt noch lebenden Nautilus, gerade der Bauch nach außen, der Rücken des Thieres aber nach innen gegen den Centralpunkt der Schale gewandt iſt. Indeß iſt die Behauptung ſo in den Gebrauch übergegangen, daß man fortfahren wird, den Sipho der Ammoniten dorſal zu nennen, obgleich derſelbe eigentlich ventral iſt.

Fig. 234.

Ammonites Bucklandi.
Aus dem Lias.

Die Schalen der Ammoniten waren meiſt äußerſt dünne, ſo daß nur die Steinkerne mit den Kammerwänden erhalten ſind. Die Kammerabtheilungen ſind gewellt, auf dem Rande meiſt blattförmig ausgezackt, und bilden mehre Ein- und Ausbiegungen, die man Sättel und Loben genannt hat. Die Loben ſind die nach hinten gerichteten Einbiegungen, die Sättel die nach vorn hervorſtehenden Ausbiegungen; jede Scheidewand hat wenigſtens

Fig. 235.

Ammonites catena.
Aus dem Lias.

Fig. 236.

Ammonites striatulus.
Aus dem unteren Oolith.

ſechs Loben, vier ſeitliche, auf jeder Seite zwei, einen dorſalen und einen ventralen, welche durch Sättel von einander getrennt ſind und zu welchen noch acceſſoriſche Loben und Sättel kommen können.

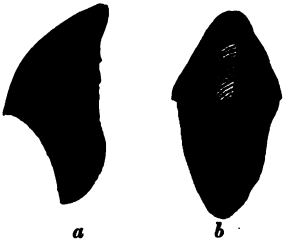
Die erſte Kammer der Ammoniten iſt meiſt nicht erhalten. Man hat indeß an einigen Orten, namentlich in England, Ammoniten gefunden, wo der äußerſte Rand der Schalenöffnung ſich vollkommen intact zeigte, und wo man bald einen mittleren, ſchnabelartigen Vorſprung, bald ſeitliche, weit vorragende Lappen erblickte. Man erkennt die Arten meiſt durch die Art der Einrollung, die mehr oder minder vollſtändig iſt, durch die äußeren Verzierungen, die Form des Durchſchnittes ꝛc. Die Familien, welche unter den Ammoniten aufgeſtellt worden ſind, erleichtern ſehr die Kenntniß der ein-

zelnen Arten, und die Eintheilung des ſo zahlreichen Geſchlechtes in einzelne Gruppen; ſie können aber in zoologiſcher Hinſicht auf keine Bedeutung Anſpruch machen.

. 556. Die Nautilen, deren ſchon früher Erwähnung gethan wurde, kommen in den juraſſiſchen Schichten mit mannichfachen Arten vor, deren einige durch ihre große Verbreitung und ausgezeichneten äußeren Charaktere als Leitmuſcheln gelten können. Außer den Schalen ſelbſt findet man ſowohl im Jura, als auch im Muſchelkalke viele verſteinerte Schnäbel dieſer Cephalopoden, welche denen der lebenden ziemlich ähnlich und unter den Namen Rhyncholithes und Conchorhynchus bekannt ſind. Dieſe Schnäbel haben im Allgemeinen die Form von Papagaien- oder Schildkrötenſchnäbeln.

Fig. 237.

Nautilus lineatus.
Aus dem unteren Oolith.



a. Der Schnabel von der Seite.
b. Derſelbe von vorne.

. 557. In den meiſten Juraſchichten kommen räthſelhafte Verſteinerungen vor, die aus zwei gleichen, dreiſeitigen Stücken beſtehen, die mit dem einen Rande an einander liegen, platt mit concentriſchen Streifen verſehen ſind, keine Spur von Schloß oder Muskeleindruck zeigen, und im Inneren aus prismatiſchen Zellen zu beſtehen ſcheinen. Man hat lange über die Natur dieſer Theile geſtritten; da man ſie oft bei und in Ammoniten gefunden hat, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß ſie innere, feſte Theile dieſer Thiere waren. Durch die anatomiſchen Studien über den Nautilus, den einzigen jetzt lebenden Cephalopoden mit gekammerter Schale, iſt es wahrſcheinlich geworden, daß dieſe muſchelartigen Stücke in der Dicke des Trichters lagen, durch welchen die Cephalopoden das Athemwaſſer aus-

Fig. 238.

Aptychus lamellosus.
Von Solenhofen.

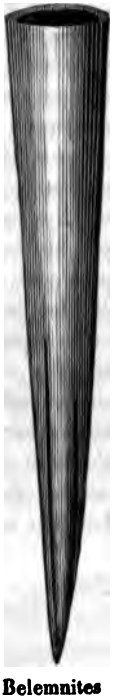
trieben, und daß ſie zum Anſatze der Muskeln dieſes ſehr fleiſchigen Theiles beſtimmt waren.

Zu den merkwürdigſten Verſteinerungen gehören die Belemniten (Fig. 239 bis 243), welche vom Lias bis zur Kreide in großer Menge vorkommen und namentlich im Lias oft ganze Lager bilden. Meiſt bilden ſie cylindriſche oder platte Körper, an der einen Seite zugeſpitzt oder lanzenartig geſchärft, an der andern mit einer coniſchen, mehr oder minder langen Höhle. §. 5

Fig. 239. Fig. 240. Fig. 241. Fig. 242. Fig. 243.

Anſichten eines vollſtändigen Belemnitenknochens.
a. Hornblatt. b. Alveole. c. Körper.
Nach Fragmenten reſtaurirt.

Belemnites paxillosus. Aus dem Lias. a. Querdurchſchnitt an der Spitze gemacht.



Belemnites giganteus. Aus dem unteren Oolith.

Belemnites hastatus. Aus dem Oxfordmergel mit einem Theile der Alveole.

Der Belemnit iſt meiſt an dieſer Seite zerbrochen, und es hat lange Unterſuchungen und Beſeitigung vieler Irrthümer gekoſtet, bis man auf richtige Anſichten gekommen war, die in der neueſten Zeit dadurch beſtätigt wurden, daß in England Belemniten gefunden wurden, welche noch vom

Abdrucke des Thieres, in welchem ſie ſtaken, umgeben waren. Es iſt jetzt beſtimmt, daß dieſe Reſte innere Knochen eines Cephalopoden waren, der in ſeiner Geſtalt dem Kalmar ſich näherte und wahrſcheinlich, wie dieſer, zehn Arme hatte, unter denen ſich acht gleich lange und zwei längere befanden. Dieſe Arme trugen Saugnäpfe, die mit ſcharfen Haken bewaffnet waren. Die Thiere hatten zwei große Schwimmfloſſen, innerlich einen Dintenſack, deſſen Sepia meiſt ſehr gut erhalten iſt, und ſcheinen überhaupt im Uebrigen ganz den jetzt lebenden Kalmaren analog geweſen zu ſein. Ein vollſtändiger Belemnit iſt aus drei Stücken zuſammengeſetzt, von denen man aber meiſt nur das untere, den Schnabel oder Körper, erhalten findet, das, wie ſchon bemerkt, meiſt cylindriſch und ſolid iſt. Das obere Ende des Körpers (*c*) (Fig. 239 u. 240) bildet eine coniſche, becherförmige Höhle, in welcher die Alveole oder der Phragmoconus (*b*) ſteckt; eine wahre gekammerte Schale mit Luftkammern, die wie Uhrgläſer auf einander geſchichtet ſind, und durch welche ein Sipho hindurchgeht, der an der Seitenwand der Alveole anliegt. Der hintere Theil der Alveole endlich ſetzt ſich in ein blattartiges Gebilde fort, das wahrſcheinlich, wie bei den Kalmaren, hornartig war, und deshalb das Hornblatt genannt wird. Das Hornblatt (*a*) iſt nur ſehr ſelten erhalten; die Alveole meiſt von dem Körper oder Schnabel getrennt und dieſer noch außerdem meiſt oben zerbrochen. Man hat eine große Anzahl von Arten unterſchieden, die aber in neueſter Zeit ſehr vermindert und als zufällige oder Alters-Varietäten erkannt worden ſind.

9. In den Schiefern von Solenhofen zeigen ſich außer anderen ſehr zarten und wohlerhaltenen Foſſilien auch eine Menge verſteinerter Inſecten, welche namentlich der Familie der Libellen oder Waſſerjungfern angehören (Fig. 244). Geſchlecht und Art dieſer Libellen iſt meiſt unbeſtimmbar, da

Fig. 244.

Foſſile Libelle von Solenhofen.

en Kennzeichen, Fühlhörner, Mundtheile, Beine und Netzwerk erloren gegangen ſind; allein ſchon ihre bedeutende Größe (es von einem halben Fuß im Durchmeſſer) zeugt von der ſpeci- chiedenheit dieſer Libellen. Es liefert aber deren Anweſenheit in ofer Schiefern einen neuen Beweis, daß die Bildung derſelben igen, eingeſchloſſenen Bucht vor ſich ging, wo die Ufer nicht : ſein konnten.

aſſiſchen Gebilde ſtellen ſich in Hinſicht ihrer Fiſche als ein §. 560
uer Abſchnitt in der Geſchichte der Erde dar, indem von nun nen mit ungleichlappiger Schwanzfloſſe (Heterocerken), welche en paläozoiſchen Formen zuerſt und allein herrſchend erblickten, ehr zurückſinken und den gewöhnlichen Geſtalten mit gleichlap- nzfloſſe (Homocerken) Platz machen. Im Uebrigen finden ſich indeß, wie unter den paläozoiſchen Fiſchen, nur Ganoiden mit Schmelzſchuppen oder Placoiden, d. h. Knorpelfiſche, von welchen meiſt nur Zähne und Rückenſtacheln erhalten ſind.

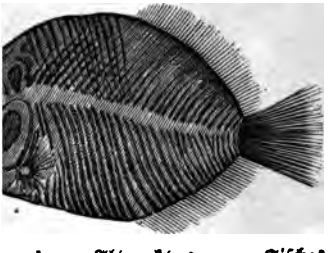
Fig. 245.

s longidens. Aus dem nteren Oolith. Caen in der Normandie.)

Unter den Ceſtracionten der juraſſiſchen Gebilde zeichnen ſich namentlich die Strophodusarten aus — längliche Zähne an beiden Enden abgeſtutzt, in der Mitte erhaben, deren Längsaxe etwas gedreht iſt, ſo daß das Volk ſie oft mit verſteinerten Blutegeln vergleicht. che dieſer Zähne iſt gefaltet und geſtreift, meiſt ſelbſt gegittert; breit, platt und ſchwammig.

noiden treten mit äußerſt mannichfaltigen und charakteriſtiſchen §. 561
. Die Pycnodonten, deren wir ſchon früher erwähnten, zeigen Geſchlechter, unter welchen das Geſchlecht Pycnodus ſelbſt das zahlreichſte iſt. Es ſind kurze, hohe Fiſche mit ſehr ſchnell abfallendem Kopfprofil, hochliegenden Augen und ziemlich weitem Maule. Das Skelett iſt ſehr ſtark; die Wirbelfortſätze namentlich ſehr bedeutend und im Nacken noch durch eigenthümliche, ſchiefe Knochenſtacheln verſtärkt. Die Floſſen ſind niedrig, aber ziemlich lang;

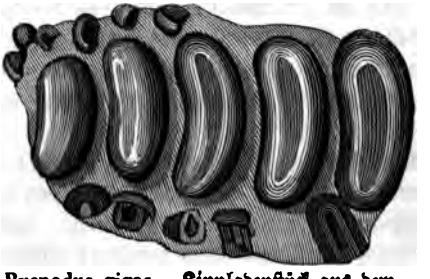
Fig. 246.



nombus. Abdruck des ganzen Fiſches. Torre d'Orlando.

Rücken und Afterflosse überziehen die ganze hintere Hälfte des Körpers; die Schwanzflosse ist fächerförmig, gleichlappig. Die Brustflossen sind sehr klein; Bauchflossen fehlen. Die Zähne dieses Geschlechtes sind breit, flach und meist ziemlich abgenutzt; sie haben meist eine bohnenförmige Gestalt; besonders diejenigen in der Mitte der Kiefer. Die Seitenzähne sind kleiner, rundlich; die vorderen Schneidezähne meißelförmig. Im compacten Portlandkalke namentlich sind diese, meist zerstreut vorkommenden Zähne bei dem Mangel anderer Fossilien vortreffliche Wegweiser.

Fig. 247.

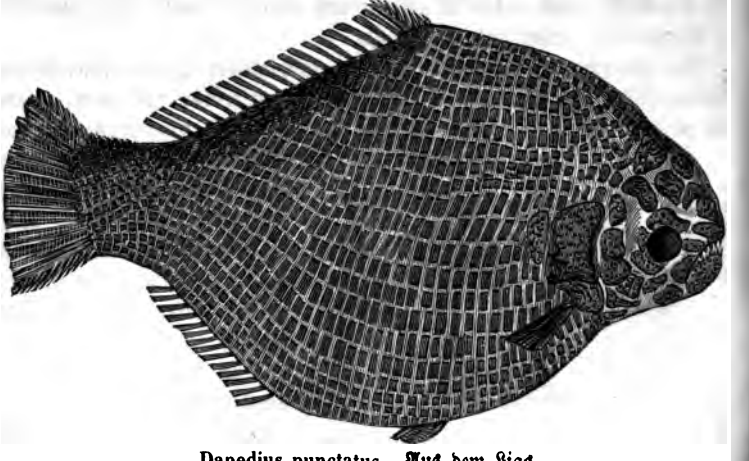


Pycnodus gigas. Kinnladenstück aus dem Portlandkalke.

2. Die Familie der Lepidoiden zeichnet sich im Jura namentlich durch die Geschlechter Dapedius, Tetragonolepis, Lepidotus und Pholidophorus aus.

Die ersten beiden Geschlechter unterscheiden sich nur durch ihre Zähne, welche bei Dapedius ausgeschweift und zweispitzig, bei Tetragonolepis einspitzig scharf sind. Im Uebrigen haben diese Fische einen platten, hohen, kurzen Körper, kleinen Kopf mit kleiner Mundspalte; unbedeutende, kurze Flossen; die Bauchflossen stehen in der Mitte des Bauches; Rücken- und Afterflosse einander gegenüber; die Schwanzflosse ist gleichlappig. Die Schup-

Fig. 248.

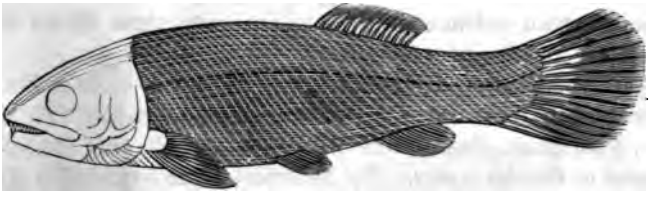


Dapedius punctatus. Aus dem Lias

en ſind rhomboidal, dick, mit dicker, glänzender Schmelzlage bedeckt und urch knöcherne Gelenkzapfen zuſammengehalten.

Die Sauroiden der juraſſiſchen Gebilde unterſcheiden ſich von denjenigen §. 56.
er älteren Schichten durch ihre meiſt gleichlappige Schwanzfloſſe. Die Me-
galurusarten haben eine ſehr große, abgerundete Schwanzfloſſe, eine ziem-
ich gedrungene, kräftige Geſtalt; ziemlich hohe Rückenfloſſe und große Bruſt-
loſſen. Der Kopf iſt kurz, die Mundſpalte nicht ſehr groß, aber mit dicken,
oniſchen Zähnen bewaffnet. Die Schuppen ſind groß und hinten abgerun-
et, ſo daß ſie in ihrer Geſtalt einigermaßen den Schuppen der Karpfen
leichen.

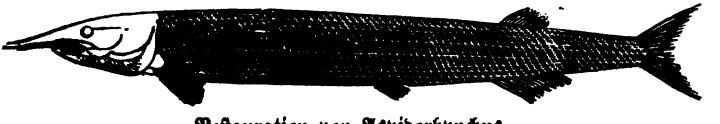
Fig. 249.



Reſtauration von Megalurus. Aus den oberen Juraſchichten von Solenhofen und Kehlheim.

In den juraſſiſchen Schichten treten zum erſten Male Fiſche mit ſchna- §. 564
belförmig verlängerter Schnauze auf, die hier zu den Sauroiden gehören. Die Aspidorhynchus gehören zu dieſer Gruppe: ſie ſind lang, ſchmal, cylin-driſch; der Oberkiefer erſtreckt ſich ſchnabelförmig weit über den Unterkiefer hervor, wie bei dem Schwertfiſche. Beide Kinnladen ſind mit ſpitzen, coniſchen, ungleichen Zähnen beſetzt. Die Schuppen ſind höher als lang, meiſt mehr als doppelt ſo hoch in der Nähe der Seitenlinien. Die Rücken- und Afterfloſſe, einander entgegengeſetzt, liegen ſehr weit nach hinten, wie beim Hecht. Die Schwanzfloſſe iſt halbmondförmig. Man findet Aspidorhynchen in Solenhofen, ſowie in der Kreide.

Fig. 250.



Reſtauration von Aspidorhynchus.

Die Reptilien der juraſſiſchen Gebilde ſind namentlich durch die Familie §. 56
der Enalioſaurier oder Seeeidechſen ausgezeichnet, welche nur zwei charak-teriſtiſche Geſchlechter einſchließt, die Ichthyoſauren und die Pleſioſauren, deren Charaktere ſo ſehr von denjenigen der übrigen Saurier abweichen, daß

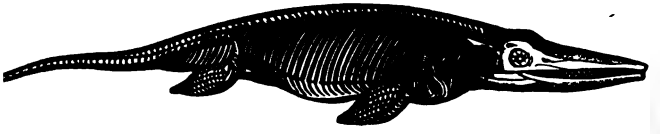
ſie, bei ihrer abenteuerlichen Form und bedeutenden Größe faſt überall durch Zeichnung und Beſchreibung bekannt ſind. Die Enalioſaurier im Allgemeinen haben biconcave Wirbel, durchaus wie Fiſchwirbel gebildet; vier Ruderfüße ohne Krallen, deren handartige Verlängerung aus einzelnen rundlichen Knochenſtücken zuſammengeſetzt iſt und ein plattes Ganze bildet, ohne Krallen und ohne Fingerabtheilungen; ſpitze, kegelförmige Zähne, welche in einer langen, vertieften Rinne längs der Kiefer ſtehen, außerdem aber noch in eigenen Zahnhöhlen ſitzen, wie die Zähne der Crocodile, und wo die Erſatzzähne ebenfalls in der Höhle des alten Zahnes durchbrechen. Der Kopf hat in ſeiner Zuſammenſetzung große Aehnlichkeit mit der Structur des Crocodilkopfes, während die floſſenförmigen Ruderfüße ſonſt nirgends bei den Reptilien vorkommen und die doppelt ausgehöhlten Wirbel eine unverkennbare Fiſchähnlichkeit bedingen.

366. Die Ichthyoſauren erreichten bis vierzig Fuß Länge; ſie hatten einen dicken Hinterkopf mit langer, ſpitzer Schnauze, in welcher 120 bis 160 ſpitze, kegelförmige, längsgeſtreifte Zähne ſtehen, welche beim Schließen des Mundes in einander greifen. Die Augenhöhlen ſind ungeheuer groß, kreisförmig, und in ihnen findet ſich meiſt ein becherförmiger Knochenring, aus mehren einzelnen Stücken zuſammengeſetzt, der eine mittlere, runde Oeffnung läßt und offenbar in der weißen Augenhaut, der Sklerotika, eingebettet lag, wie dies auch jetzt noch namentlich bei Vögeln und Schildkröten der Fall iſt. Die oſteologiſchen Eigenthümlichkeiten des Kopfes ſtehen zwiſchen Leguanen und Crocodilen in der Mitte. Der Hals iſt äußerſt kurz, gerade geſtreckt und aus etwa fünf bis zehn Wirbeln zuſammengeſetzt. Der rippentragenden Rückenwirbel ſind gegen vierzig; man hat deren bis zu neun Zoll Durchmeſſer gefunden. Alle Wirbel trennen ſich leicht von den einzelnen Fortſätzen, welche auf ihnen ruhen, und erſcheinen dann wie Dambrettſteine, die auf beiden Seiten vertieft ſind. Die Rippen umfaſſen den ganzen Leib und vereinigen ſich in einem T förmigen Bruſtbeine. Die vorderen Floſſenfüße mit dem Schulterapparat ſind ſtärker als die hinteren mit dem Becken. Der Schwanz iſt verhältnißmäßig kurz für ein eidechſenartiges Thier; nicht ganz ſo lang als der Rumpf. Die Floſſen waren wohl ohne Zweifel mit eckigen Knochen oder Hornplatten bedeckt, der übrige Körper nackt.

Dieſe Thiere hatten, wie viele der jetztlebenden Fiſche, eine Spiralklappe im Darm, wodurch ihre Excremente eine gewundene, ſchneckenförmige Geſtalt erhielten. Man hat dieſe, unter dem Namen der Coprolithen bekannten foſſilen Excremente häufig in der Bauchhöhle verſchiedener Ichthyoſauren gefunden, und aus den darin eingebackenen Knochenſchuppen von Fiſchen, die mit ihnen vorkommen, ſchließen müſſen, daß ſie ſich von Fiſchen beſonders nährten und ohne Zweifel, nach ihrer Organiſation zu ſchließen,

ngemein gefräßig waren. Mit Sicherheit kennt man Ichthyoſauren nur us dem Lias; die Angaben aus anderen Formationen beruhen auf einzel- en Zähnen und Knochenſtücken, die meiſt verwechſelt wurden.

Fig. 251.



Das ganze Skelett von Ichthyosaurus communis. Aus dem Lias.

Fig. 252.

Der Kopf von der Seite.

Fig. 253.

Der Kopf von oben.

Fig. 254.

Ein Zahn des Ichthyosaurus platyodon in natürlicher Größe.

Wenn möglich noch abenteuerlichere Formen zeigen die Pleſioſauren, §. 567. welche in allen allgemeinen Charakteren mit den Ichthyoſauren übereinſtimmen, allein von ihnen namentlich durch große Länge und Biegſamkeit des Halſes abweichen, der in der langhalſigen Art faſt der vorderen Hälfte

Fig. 255.

Reſtauration von Plesiosaurus dolichodeirus. Lias.

einer Schlange gleicht. Der Kopf ist klein, die vorn zusammengewachsenen Kiefer mit feingestreiften Kegelzähnen besetzt, die namentlich im Unterkiefer länger werden und als Fangzähne anzusehen sind; die Ruderfüße sind länger, als bei Ichthyosaurus, der Schwanz kurz und stielförmig. Das Thier schwamm wahrscheinlich wie ein Schwan mit Sförmig gebogenem Halse und lebte von Fischen, wie die Ichthyosauren, mit welchen die Skelette zusammen vorkommen.

Fig. 256.

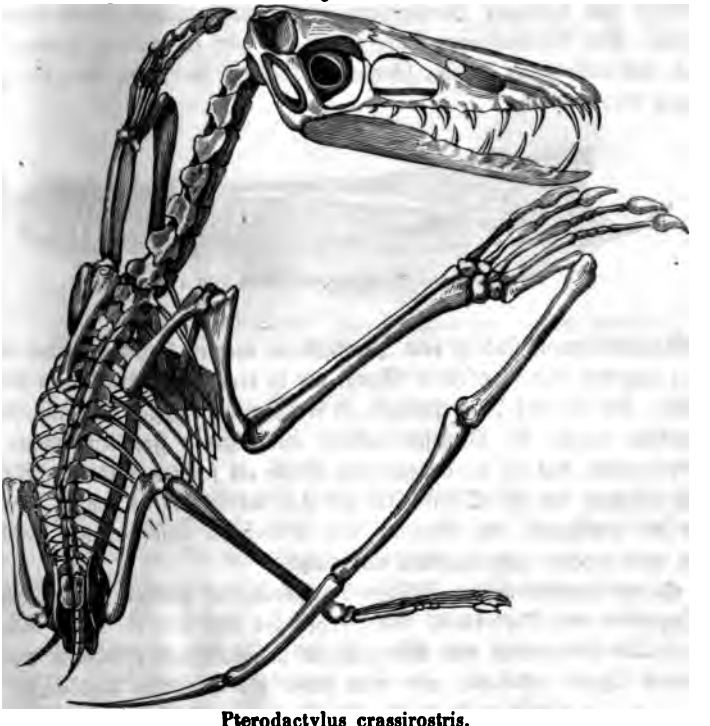
Ein fast vollständiges Skelett von Plesiosaurus macrocephalus.

§. 568. Den Enaliosauriern in Hinsicht der Bezahnung nahe verwandt, aber in anderen Beziehungen sehr von ihnen verschieden, erscheinen die Pterodactylen, deren Natur noch keineswegs so festgestellt scheint, als sie verdient. Der Kopf dieser Reptilien ist sehr groß mit weiten Augenhöhlen und ungegliedertem Augenringe, der Rachen mit langen, spitzen, pfriemenförmigen Zähnen besetzt, die in Zahnhöhlen sitzen und die Ersatzzähne in ihrer Höhle bergen, der Hals ist lang, stark, der Rumpf kurz, schwach und nach hinten in einen sehr kurzen, dünnen Schwanz endigend. Der Schulterapparat ist sehr schwach, aus einem langen, säbelförmigen Schulterblatt, einem dünnen

hakenschlüsselbein zusammengesetzt, ohne Gabelbein, der Oberarm kurz und emlich dick, die Unterarmknochen mehr als doppelt so lang. An diesen sitzt am auf einigen kleinen Mittelhandknochen die merkwürdigste Hand im gan- en Thierreiche; innen vier dünne Krallenfinger, an welche sich nach außen in ungeheuer langer, starker, säbelförmiger Finger anschließt, aus vier lan- en Gliedern gebildet. Dieser Finger für sich ist etwa so lang, wie Hals nd Rumpf zusammengenommen. Die Hinterfüße sind schwach, mit Kral- enfingern versehen, lang und an einem schwachen, kleinen Becken befestigt.

Die allgemeine Meinung der Naturforscher, die früher zwischen Säuge- thier, Vogel und Reptil schwankte, scheint jetzt definitiv dahin festgestellt, daß die Pterodactylen fliegende Reptilien gewesen seien. Die Reptiliennatur steht sicher fest; gegen das Fliegen aber sprechen noch immer sehr gewichtige, aus der Organisation des Knochensystemes abgeleitete Gründe.

Fig. 257.



Pterodactylus crassirostris.
Restauration eines fast vollständigen Skelettes aus den Pappenheimer lithogra- phischen Schiefern.

In den jurassischen Gebilden, vom Lias an aufwärts, finden sich eine §. 569.

große Menge crocodilartiger Reptilien, von denen einige den ächten Crocodilen gleichen, die meiſten aber durch ihre ungemein lange, geſtreckte Schnauze und die gekrümmten Hakenzähne den Crocodilen des Ganges, den Gavialen, ſich anſchließen. Indeß unterſcheiden ſich dieſe Teleoſaurier durch mehre Charaktere von den Gavialen, mit denen ſie namentlich in der Form des Kopfes und der Kiefer übereinkommen. Sie haben fiſchähnliche Wirbel, entweder mit doppelt ausgehöhlten Gelenkflächen, oder mit einer ebenen und einer hohlen Fläche, während die ächten Gaviale Wirbel mit Gelenkköpfen und Gelenkpfannen haben. Ihre Hautbedeckung beſtand aus ſehr dicken, knochenartigen Platten, der Schwanz war ſeitlich zuſammengedrückt und offenbar ein ſehr mächtiges Ruderorgan. Die Lage der Gaumen-Naſenöffnungen lag bedeutend mehr nach vorn, als bei den Gavialen. Man hat unter dieſen Teleoſauriern nicht nur eine Menge Arten, ſondern auch faſt ebenſo viele Geſchlechter als Arten unterſchieden, die wahrſcheinlich durch genauere und häufigere Vergleichung wieder zum größten Theile eingehen dürften. Die Myſtrioſauren unterſcheiden ſich vom eigentlichen Teleoſaurus durch weit zahlreichere Zähne, ſchmaleren Schädel und ganz nach oben gerichtete Augenhöhlen.

Fig. 258.

Mystriosaurus Tiedemanni. Aus dem Lias.

§. 570. Schildkrötenreſte ſind in dem Jurakalke an mehren Orten gefunden worden; nirgends aber in größerer Menge als in dem Portlandkalke von Solothurn. Die Art des Niederſchlages, in welchem die dortigen Chelonier-Reſte eingehüllt liegen, die Vergeſellſchaftung mit anderen Foſſilien machen es wahrſcheinlich, daß an der angegebenen Stelle ein ſeichtes Flußdelta beſtand, nach welchem hin die Schildkröten zur Zeit des Eierlegens kamen. Leider ſind die erwähnten, im Muſeum von Solothurn aufbewahrten Foſſilien noch nicht gehörig wiſſenſchaftlich unterſucht.

§. 571. Zu den merkwürdigſten Foſſilien des Jurakalkes gehören die berühmten Säugethiere von Stonesfield, von welchen bis jetzt nur die Kiefer bekannt ſind. Die Gegenwart von Säugethieren in juraſſiſchen Schichten war allerdings äußerſt auffallend, und man ſuchte alle möglichen Ausflüchte, indem man einerſeits dieſe Kiefer Reptilien und nicht Säugethieren zuſchreiben wollte, oder andererſeits die Schiefer von Stonesfield den tertiären Schichten beigeſellen zu können glaubte. Beide Anſichten ſind zur Genüge widerlegt, und die verſchiedenen Kiefer, die man gefunden, unter zwei Geſchlech-

tern in drei Arten getheilt werden. Aus der Aehnlichkeit des Zahnbaues mit einigen Beutelthieren hat man geſchloſſen, daß dieſe erſten Säugethiere ebenfalls Beutelthiere geweſen ſeien, und zwar den fleiſchfreſſenden Beutelthieren angehört haben. Owen unterſcheidet zwei Geſchlechter, von welchen das eine, Thylacotherium, ſechs von einander getrennte Schneidezähne, einen mittelmäßig großen Reißzahn, ſechs falſche und ſechs wahre dreiſpitzige Backenzähne in der unteren Kinnlade hatte, mithin eine größere Anzahl von Backenzähnen, als irgend ein anderes bekanntes Säugethier, während das andere, Phascolotherium, nur drei falſche und vier wahre Backenzähne beſaß. So gewiß indeß durch die doppelten Wurzeln der Zähne, die Form des Gelenkkopfes des Unterkiefers und die verſchiedene Geſtalt der Zähne unter ſich die Natur dieſer Kinnladen feſtgeſtellt iſt, ſo läßt ſich doch hinwiederum nicht verkennen, daß die große Zahl von Backenzähnen, die gleichmäßige Entfernung der Zähne unter ſich und die einander ſo ähnliche Geſtalt der einzelnen Arten von Zähnen entfernte Aehnlichkeiten mit den Reptilien bieten.

Fig. 259.

Phascolotherium Bucklandi. Aus den Schiefern von Stonesfield.

8. Die Kreide.

(Terrain crétacé; Chalk.)

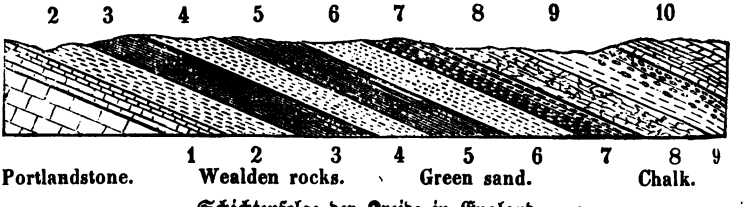
§. 572

In den Kreidegebilden noch mehr, als in den vorhergehenden Syſtemen, tritt die Nothwendigkeit ein, dieſelben nach geographiſchen Verhältniſſen zu betrachten, da die Verſchiedenheit der mineralogiſchen ſowohl als der paläontologiſchen Charaktere der hier zu gleicher Zeit abgeſetzten Schichten ſtets auffallender ſich kundgiebt. Der Geologe, der die Kreidegebilde des nördlichen und mittleren Europa's, mit ihren ſandigen Schichten und leicht zerreiblichen Kalkablagerungen kennt, wird erſt nach längerem Studium die maſſiven Felsgebilde des Südens, als zu demſelben Syſteme gehörend erkennen, und ſicher würde die Benennung der Kreide ſelbſt niemals zur Bezeichnung des ganzen Syſtemes aufgekommen ſein, wenn die Geologie, ſtatt in Deutſchland, England und Frankreich ſich entwickelt zu haben, in Italien, Südfrankreich und Spanien begonnen hätte. Auch bei den Kreide-

gebilden haben zuerſt die Arbeiten engliſcher Geologen die Aufeinanderfolge der Schichten kennen gelehrt, und auch hier ſind die meiſten Benennungen und Vergleichungen aus den in Großbrittannien herrſchenden Verhältniſſen hervorgegangen. Für die obere Kreide iſt dies allerdings nicht ohne Vortheil, da die Ablagerungen derſelben in England gleichſam einen Typus darſtellen, den der Continent wiederholt; — für die unteren Kreidegebilde aber können Englands Schichten nicht als Muſter gelten, da die Meerablagerungen, welche ſonſt überall in größter Ausdehnung hervortreten, hier ausnahmsweiſe durch ein bedeutendes Süßwaſſergebilde erſetzt ſind, deſſen Stellung ſelbſt im Syſteme noch nicht gehörig ermittelt iſt.

Kreide in England.

Fig. 260.



Schichtenfolge der Kreide in England.

1. Purbeck beds. 2. Hastings sand. 3. Weald-clay. 4. Lower green sand. 5. Gault. 6. Upper green sand. 7. Chalk-marl. 8. Grew chalk. 9. White chalk. 10. Tertiary rocks.

Der Wälderthon.
(Wealden rocks; Formation Wealdienne.)

573. Das Wealdgebirge, welches namentlich in der Grafſchaft Suſſex in bedeutender Mächtigkeit auftritt, läßt ſich in drei Unterabtheilungen zerlegen.

Die Purbeckſchichten (Purbeck beds) (1 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) beſtehen hauptſächlich aus dünnen, wohlgeſchichteten, bläulichen Kalkſteinen, die oft nur einzig aus Petrefacten zuſammengebacken ſcheinen und ihrer großen Feſtigkeit wegen ſeit langer Zeit als Platten für die Trottoirs von London ausgebeutet werden. Dieſe Kalkſchichten wechſeln mit Schichten bläulichen Schieferthones; ſie ruhen unmittelbar auf den Kalkſteinen des Portlands auf, von welchen ſie ſich hauptſächlich durch die zahlreichen Paludinen und Cypriſsſchalen unterſcheiden, welche den Beweis für ihre Ablagerung aus dem ſüßen Waſſer liefern. Außerdem findet man häufig Reptilien- und beſonders Schildkrötenreſte in ihnen; zuweilen auch Auſternbänke. Alle dieſe Erſcheinungen zeigen, daß der Purbeckkalk ſich in einer Bucht abſetzte, in welche ein bedeutender Fluß ſüßen Waſſers ſich er-

goß, deſſen Delta den Schildkröten namentlich als Verſammlungsort zur Zeit des Eierlegens diente, wie dies noch heut zu Tage in den Niederungen der Ströme der heißen Zone der Fall iſt.

Ueber dem Purbeckkalke liegt der Haſtingsſand (2 auf dem Durch- §. 574
ſchnitte, Fig. 260), eine ſehr veränderliche Gruppe von Schichten, die beſonders aus eiſenſchüſſigem Quarzſande beſtehen, welche mit ſandigen Thonen und Mergeln abwechſeln. Zuweilen geht der lockere Sand in feſteren Sandſtein über, an anderen Orten lagern ſich allmählich graue, feſte, concretionirte Sandkalke über und zwiſchen die Thonſchichten. In den unteren, beſonders ſandigen Schichten finden ſich Eiſenlager und hie und da Ablagerungen von verkohltem Holze. Die Sandſchichten ſind beſonders berühmt geworden durch die zahlreichen Reſte untergegangener Reptilien, die zum Theil eine monſtröſe Größe beſeſſen zu haben ſcheinen.

Der eigentliche Wälderthon (Weald-clay) (3 auf dem Durch- §. 57
ſchnitte, Fig. 260) überlagert den Haſtingsſand ohne beſtimmte Grenze. Die Sand- und Kalkſchichten dieſes letzteren gehen allmählich in einen bläulichen Töpferthon über, der zuweilen ſchieferig wird und mit dünnen Schichten eines ſehr petrefactenreichen Kalkes wechſelt, deſſen Verſteinerungen denjenigen des Purbeckkalkes ſehr ähnlich ſind. Oefters kann dieſer Kalk als Marmor benutzt werden. Ablagerungen von Eiſenerzen begleiten häufig dieſen Marmor, und überhaupt ſcheint Eiſen in bedeutender Menge auch in die Zuſammenſetzung des Thones überzugehen, da dieſer an der Luft braun wird.

Auf den Süßwaſſergebilden der Wälderformation ruhen die marinen Ablagerungen der mittleren und oberen Kreide.

Der Grünſand
(Green sand; Grès vert)

beſteht, wie die Wälderformation, aus drei einzelnen Abtheilungen, welche §. 57
mit den Namen unterer Grünſand, Gault, und oberer Grünſand belegt worden ſind.

Der untere Grünſand (4 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) ruht unmittelbar auf dem Wälderthon. Es iſt ein feiner, bald loſer, bald feſt zuſammengekitteter Quarzſand, der eine Menge grüner Körner enthält, welche ihm eine charakteriſtiſche Farbe verleihen. Die loſen Sandſchichten erhalten öfters braune und rothe Färbungen; zuweilen bilden ſich Kalkknoten und unreine Kalkſchichten, namentlich in den unteren Schichten. Die mittleren Bänke werden öfter thonig, die oberen eiſenhaltig. Die mineralogiſche Aehnlichkeit mit dem Haſtingsſande iſt demnach zuweilen ſehr groß; die Unterſcheidung aber ſtets leicht, da keine Süßwaſſermuſcheln in

dem Grünſande vorkommen, ſondern die reichlichen Foſſilien alle dem Meere angehören.

§. 577. Bläuliche oder graue Mergel von rauher Beſchaffenheit, die ſich in dünne Schichten blättern und zuweilen durch einen großen Glimmergehalt ſehr feifig und kurz werden, bilden die Schichten des Gault, der nur wenig Foſſilien enthält und nach oben oft in reine Thone übergeht (5 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260).

§. 578. Der obere Grünſand (6 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) endlich unterſcheidet ſich weſentlich durch die ſehr überwiegende Menge grüner Körner von dem unteren. Zuweilen miſcht er ſich ſo mit Thon, daß er eine feuerbeſtändige Hochofenerde abgiebt (Fire-stone); in manchen Fällen enthält er Knoten von unreinen, halbfeſten Kieſelconcretionen (Cherts); nach oben hin, wo er ſich der chloritiſchen Kreide nähert, wird er immer mehr kreideähnlich und bildet ſo allmähliche Uebergänge zu dieſem Gebilde, die aber freilich nur mineralogiſch ſind, da die Foſſilien ſich durchaus von einander zu unterſcheiden ſcheinen.

Die eigentliche Kreide

§. 579. kann ebenfalls in England in drei verſchiedene Ablagerungen getrennt werden, deren Begrenzung aber noch ſchwieriger iſt, als in den unteren und mittleren Gebilden.

Die Kreidemergel (Chalk-marl) (7 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) folgen unmittelbar auf den oberen Grünſand. Meiſtens ſtellen ſie ſich in Geſtalt bläulicher, mit Säuren ſtark aufbrauſender Schichten dar, die hie und da mit reineren Kreidebänken wechſeln, aber nur ſehr ſelten Kieſelconcretionen enthalten, und dieſe auch nur in der Form von ſchwammigen Maſſen (Cherts). Nach oben hin gehen dieſe Kreidemergel allmählich in eine graue, unreine Kreide über (8 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260), die meiſt verkohltes Holz und ſehr viele Foſſilien, namentlich Cephalopoden, enthält, deren Grenze aber gegen den Kreidemergel einerſeits und die weiße Kreide andererſeits nirgends feſt mit Sicherheit zu beſtimmen iſt.

§. 580. Die weiße Kreide endlich (9 auf dem Durchſchnitte, Fig. 260) bildet jenen bekannten mürben Kalkniederſchlag, der mehr oder weniger mit feinen Kieſeltheilen gemengt iſt, die man leicht durch Auswaſchen des Pulvers entfernen kann, wo dann der faſt reine, kohlenſaure Kalk übrigbleibt. Je tauglicher die Kreide zum Schreiben iſt, deſto weniger ſolcher Kieſeltheilchen enthält ſie. Im Großen betrachtet, erſcheint ſie meiſt nur ſehr undeutlich geſchichtet, und wahre Schichtflächen beobachtet man faſt gar nicht; wohl aber wird die Schichtung oft ſehr deutlich hervorgehoben durch die regelmäßigen Lager von Feuerſteinen, die beſonders in den oberen Schichten

der weißen Kreide in sehr bedeutenden Massen auftreten. Diese Feuersteinbildungen in der Kreide haben stets die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen, und ihre Anordnung, Form und Vertheilung bietet oft wesentliche Charaktere und Anhaltspunkte zur Unterscheidung der Schichten in besonderen localen Verhältnissen.

Die Feuersteine erscheinen meist in mehr oder minder rundlichen Formen, zuweilen abgeplattet in der Schichtungsebene und öfters durch kleine Gänge und Fäden mit einander verbunden. Je fester und homogener sie sind, um so mehr ist auch die Kreide selbst tauglicher zum Schreiben und freier von Kieseltheilchen; während da, wo nur unvollkommene Kieselbildung herrscht, die Kieseltheilchen in der Masse zertheilt bleiben und dieser eine gewisse Rauhigkeit verleihen. Meistens sind die inneren Höhlungen der Versteinerungen, besonders der Seeigel, mit Feuersteinkernen erfüllt und überhaupt bemerkt man überall, daß organische Körper, welche in den Kreideschichten begraben wurden, Anhaltspunkte für die Kieselbildung abgeben. Meist erfüllen diese nur die Höhlungen; oft aber ist die Kieselmasse auch in die Schale selbst eingedrungen und hat den Kalk derselben nach und nach verdrängt. Das ganze Verhalten der Feuersteine deutet demnach darauf hin, daß ihre rundliche Form nicht, wie bei den Rollsteinen, auf mechanischen Ursachen beruhe, sondern daß sich gleichsam Centren bildeten, um welche sich die Kieselmasse ansammelte, und daß diese Ansammlungen namentlich statthatten während des Absatzes der Kreide und so lange diese noch im Zustande feinen Schlammes auf dem Grunde der Gewässer sich befand. §. 58

Die neueren Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung der Kreideablagerungen erklären diese Erscheinungen auf die befriedigendste Weise. Es kann nämlich jetzt als vollkommen erwiesene Thatsache hingestellt werden, daß die Kreide, obwohl fast chemisch reiner, kohlensaurer Kalk, dennoch kein chemischer Niederschlag ist, wie man früher glaubte, sondern nur eine Sammlung von ungeheuren Mengen mikroskopischer Thierchen, deren Schalen aus kohlensaurem Kalke bestehen, und die man früher höchst irriger Weise den Cephalopoden zuzählte. Die Polythalamien oder Rhizopoden, deren unendliche Mengen so gewaltige Ablagerungen bildeten, lebten aber gemeinschaftlich mit einer Menge von Infusorien, die harte Kieselpanzer trugen, und in der That erscheinen die Feuersteine aus den Panzern solcher Infusorien zusammengesetzt. Die sogenannten Kieselguhre oder Tripelerden sind fast reine Ablagerungen von ungeheuren Mengen solcher Kieselinfusorien. In der harten Kreide, die zum Schreiben untauglich ist, finden sich diese Kieselinfusorien unregelmäßig gemischt mit den Polythalamien, während da, wo die Feuersteinbildung ihre relative Vollkommenheit erlangt, sich gleich und gleich zu einander gesellt hat, wie man dies meist in Ablage- §. 58

rungen ſolcher kleiner Thiere findet. Die Ausfüllung der Verſteinerungen erklärt ſich auf das Ungezwungenſte aus der Ernährung dieſer Kieſel-Infuſorien, indem dieſe theils ſelbſt aus faulenden organiſchen Stoffen ihre Nahrung ziehen, theils aber ſich dort hinzogen, weil der faulende Stoff einer Menge ungepanzerter Infuſorien zum Aufenthalte diente, welche zur Beute derjenigen Infuſorien beſtimmt ſind, welche Kieſelpanzer tragen. Auch die eigenthümlich rauhe, kreideartige Kruſte, welche die Feuerſteine meiſt überzieht, findet in dieſer geſellſchaftlichen Anziehung ihren Grund.

. 583. Dieſe Gruppirung der Kieſelmaſſe iſt indeß nicht einzig durch das geſellſchaftliche Leben der Infuſorien bedingt, obgleich dieſes größtentheils den Anſtoß zur Bildung der Anziehungspunkte gegeben haben mag. Man hat beobachtet, daß ſelbſt in feuchten Gemengen von feingepulvertem Thon und Kieſel, welche als Teig zu Porzellan benutzt werden, eine ſolche moleculare Anziehung eintrete, daß nach Jahren der urſprünglich durchaus gleichförmige Teig knotig und ungleich war, indem die Kieſeltheilchen ſich zu einzelnen Haufen gruppirt hatten, und in den großen Porzellanfabriken iſt es jetzt bekannt, daß ſolche Kieſelthonteige nie lange aufbewahrt werden dürfen, wenn ſie nicht in ihrer gleichförmigen Miſchung leiden ſollen. Dieſe moleculare Anziehung zwiſchen den Panzern der todten Infuſorien, die hier gleichſam die Atome der Kieſelerde darſtellen, iſt demnach genügend dargethan und weit entfernt, die Kieſelbildung als etwas Auffallendes betrachten zu müſſen, ſcheint vielmehr die Zerſtreuung der Kieſeltheilchen in den Kieſelguhren und in der mergeligen und grauen Kreide der Erklärung zu bedürfen. Auch die kreidige Form des kohlenſauren Kalkes ſcheint mit der Kieſelbildung in Beziehung zu ſtehen, denn ſie tritt überall mit dieſer vergeſellſchaftet auf, auch in anderen Formationen. Der feſte Jurakalk iſt faſt ebenſo reiner, kohlenſaurer Kalk, als die zerreibliche Kreide; ihr äußeres Verhalten nur iſt ſehr verſchieden; ſobald aber im Jura Kieſelbildung auftritt, wie dies im Coralrag und im Portlandkalke nicht ſelten iſt, ſo wird auch das Geſtein ſelbſt erdig, weiß und in ſeinem ganzen äußeren Verhalten der Kreide ſo ähnlich, daß es früher zuweilen dafür gehalten wurde.

Kreide am ſchweizeriſchen Jura.

§. 584. An dem Südrande des ſchweizeriſchen Jura ſtreckt ſich von Biel an bis gegen Genf hin ein langes, ſchmales, hie und da unterbrochenes Band von eigenthümlichen Kalk- und Mergelgebilden, das von dem Hauptorte ſeiner Entwickelung, von Neuchâtel her, den Namen des Néocomien erhalten hat. Auf den oberſten Jurakalken liegen unmittelbar in abweichender Schichtung dunkelblaugraue, kurze Mergel, mit einer großen Anzahl eigenthümlicher Foſſilien, die allmählich durch vielfache Nuancen in einen harten,

gelben Quaderkalk übergehen, dessen Schichten meist ziemlich mächtig sind, und der aus einer Menge einzelner spiegelnder Fragmente und Körner zusammengesetzt erscheint. Häufige Eindrücke von Fucoidenstengeln auf den Schichtflächen lassen auf Bildung dieser Schichten im Meere schließen. Der Fossilien finden sich verhältnißmäßig nur wenige in diesen Kalken, während die Mergel sehr reich sind. Auch in den inneren Jurathälern finden sich mannichfache Ablagerungen ähnlicher neocomischer Schichten, die theilweise in die französischen Ablagerungen übergehen. Das Gebilde wurde durch Untersuchung seiner Fossilien als wirkliches Glied der Kreide, und zwar als unteres Glied des Néocomien nachgewiesen, als dessen Typus es noch gilt, während die oberen, namentlich in Frankreich vorkommenden Schichten des Néocomien in der Schweiz fehlen.

Kreide in Nordfrankreich.

Der Kreidegürtel, welcher sich im Kreise um das Pariser Tertiärbecken §. 585
schlingt und überall von dem Jura eingefaßt wird, schließt sich in seiner Structur ziemlich enge an die englische Kreide an; doch mit dem Unterschiede, daß die Wealdformation durchaus fehlt und durch eine Meeresformation ersetzt ist, welche, wie bemerkt wurde, den Namen des Néocomien erhalten hat.

Das Néocomien bildet ein schmales Band, das namentlich im Osten §. 586
des Gürtels hervortritt. Es besteht aus eisen- und thonhaltigen Sandschichten von geringer Dicke, die unmittelbar auf den jurassischen aufruhen; über diesen Sandlagern finden sich gelbliche, thonige Grobkalke mit untermischten Thonbänken, die in der Höhe zunehmen und allmählich in einen graublauen Mergel übergehen. Die Formation wird gekrönt von rothen und grünen, bunten Mergeln (Argiles tégulines), die öfter Eisenroggenerz und Ocker einschließen. An anderen Orten zeigt sich statt dieser abwechselnden Schichten nur ein rothgelber, eisenschüssiger Sand mit unregelmäßigen Ablagerungen grauen oder blauen Töpferthones, der stets die nämlichen Fossilien einschließt, unter welchen namentlich der Holaster complanatus (Spatangus retusus) eine vorzügliche Stelle einnimmt.

Der Grünsand folgt dem Néocomien in seiner ganzen Ausdeh- §. 587.
nung, erstreckt sich aber noch weiter, als dieses, nach Westen. Seine unteren Schichten zeigen thonige Sandschichten mit dunkelgrünen Chloritkörnern; zuweilen sind sie durch Bänke mürber, weißer oder gelblicher Kieselgesteine ersetzt. Auf diesen liegen dann graue Mergel, mit dichteren Knoten und Gypskrystallen gemischt, die erstaunlich viele Fossilien enthalten und offenbar dem Gault der Engländer entsprechen.

Der obere Grünsand wird von kreidigen, mehr oder minder harten

Kalken gebildet, die oft thonig oder sandig werden, viel Glimmer aber keine Kieſel enthalten und meiſt eine gelbliche oder grüne Farbe haben; an einigen Orten zeigen ſich ſtatt ihrer kieſelige Sandbänke mit Kieſelnieren und ſelbſt weiche grünliche Sandſteine, die mit grauen Mergeln und Thonen abwechſeln.

588. Die eigentliche Kreide beginnt mit dem Kreidetuff, der chloritiſchen Kreide (Craie tuffeau), die ein Lager von ſehr wechſelnder Feſtigkeit beſitzt, indem ſie bald zerreiblich, bald auch ſo feſt iſt, daß ſie als Baumaterial benutzt wird. Sie iſt meiſt gelblich, mit grünen Chloritkörnern untermiſcht und enthält häufig helle, hornige Kieſel.

Die weiße Kreide zeigt ſich ganz in derſelben Weiſe, wie in England; unten mehr mergelig und grau; oben weißer, faſt nur aus reinem Kalkniederſchlage beſtehend und als Schreibkreide benutzbar.

589. Im Norden des Beckens endlich, und namentlich im Belgiſchen, beginnt über der weißen Kreide noch eine eigenthümliche Schichtenreihe, die in der Gegend von Maſtricht ihre größte Ausbildung erlangt und deshalb die Maſtrichter Kreide genannt wird. In ihren äußeren Charakteren gleicht dieſe Maſtrichter Kreide der Tuffeau-Kreide; ſie iſt feſt, gelblich und etwas mergelig. Die regelmäßigen Kieſelſchichten, welche man in dieſer Kreide antrifft, ſind in der Tiefe am zahlreichſten und nehmen mehr und mehr ab, je höher man kommt, während in der weißen Kreide gerade das umgekehrte Verhältniß ſtatthat. Die Maſtrichter Kreide, die in dem Petersberge beſonders als Baumaterial und Dungmittel ausgebeutet wird, bietet ein Mittelglied zwiſchen der Kreide und den tertiären Schichten, ſchließt ſich aber doch durch ihre eigenthümlichen Foſſilien durchaus der erſteren an.

Kreide in Südfrankreich.

590. Das Vorkommen der Kreide in dem ſüdlichen Theile von Frankreich liefert den Typus für das Erſcheinen der Formation in dem ganzen Umkreiſe des Mittelmeeres, wo die äußeren Charaktere ſo ſehr abweichen, daß man nur durch die Verſteinerungen und die Reihenfolge der Aufeinanderlagerung ſich beſtimmen laſſen kann, dieſelbe der nördlichen Kreide zu paralleliſiren.

Das Néocomien findet ſich in der Nähe der Schweiz in ſeiner charakteriſtiſchen Geſtalt. Auf dem Jurakalke liegen die blauen Mergel, die von den gelben kryſtalliniſchen Kalkſteinen überlagert werden. Allmählich aber verſchwindet, je mehr nach Süden man kommt, dieſe gelbe Farbe des feſten Geſteines; der Kalk wird mergelig, grau, und ſchwindet allmählich mit dem Mergel in einen grauweißen, thonigen Kalkſtein zuſammen. Zuweilen werden auch dieſe Kalke durchaus weiß, kieſelig oder oolithiſch.

591. Ueber dieſen Schichten, die man jetzt allgemein als unteres Néocomien bezeichnet, findet ſich ein ſehr conſtanter Horizont körniger, weißer oder

graulicher Kalke, deren Schichtung ſich meiſt nur ſchwierig erkennen läßt und ziemlich verworren iſt. Ein ausgezeichnetes Foſſil, die Caprotina ammonia, findet ſich in Menge in dieſem oberen Néocomien, der deshalb auch den Namen »Diceratenkalk« oder »Caprotinenkalk« trägt. Außer dieſer Caprotina finden ſich noch andere Geſchlechter von Rudiſten in dieſer Schicht, namentlich ein Radiolites, weshalb man ſie auch als erſte Rudiſtenzone annimmt.

Auf den Caprotinenkalk folgen dieſelben Grünſand- und Gault- §. 59
ſchichten, wie in den nördlichen Theilen Frankreichs. Die chloritiſche Kreide dagegen iſt wieder an vielen Orten erſetzt durch einen weißen, kreidigen Kalkſtein, den man vorzugsweiſe, ſeiner größeren Mächtigkeit und weiten Verbreitung nach, Hippuritenkalk genannt hat. Es kommen drei ſolcher verſchiedener Schichtengruppen mit Hippuriten in der chloritiſchen Kreide vor, als Liegendes, in der Mitte, und als Hangendes; ſie ſind getrennt durch dünne Zwiſchenſchichten grünlicher, ſandiger Kreideablagerungen, und enthalten eine Menge von Hippuriten in ihrer natürlichen Lage, einer neben dem andern aufrecht ſtehend mit dem kleineren Deckel oben, gegenſeitig einander in ihrer Entwickelung hemmend und ſtützend, ganz wie dies auch in den Auſterbänken der jetzigen Meere der Fall iſt. Diejenige Zone, welche ſich in der Mitte der chloritiſchen Kreide befindet, ſcheint die größte geographiſche Ausbreitung zu beſitzen, indem ſie von Liſſabon durch Spanien, Frankreich, Italien, die europäiſche Türkei bis nach Kleinaſien ſich hinzieht, und nicht minder in Aegypten und Nordafrika auftritt. Das mittelländiſche Meer iſt auf dieſe Art in weitem Kreiſe von einer eigenthümlichen Kreideformation umgeben, als deren charakteriſtiſches Kennzeichen überall der Hippuritenkalk auftritt, während die weiße Kreide um Nord- und Oſtſee ihren Gürtel ſchlingt.

Unmittelbar auf dem Hippuritenkalke findet ſich, namentlich in den Ket- §. 59
ten der Pyrenäen und der Alpen, eine mächtige Reihe ſchwärzlicher oder grauer Kalkſteine, zuweilen compact, meiſt aber erdig und mergelig, deren Schichtung ſehr dünn iſt und oft in förmliche Schieferſtructur übergeht. Seltener erſcheinen dieſe Schichten mehr hellgrau — bis zur reinen Weiße des Hippuritenkalkes gelangen ſie nie. Sie ſind faſt einzig aus einer ungeheuren Menge von eigenthümlichen, ſcheibenartigen Körpern zuſammengeſetzt, welche im Inneren aus ſpiraligen Kammern beſtehen und die man ihrer Aehnlichkeit mit Geldſtücken wegen Nummuliten genannt hat. Ihre breiten Flächen entſprechen ſtets den Schichtflächen, und die Spaltbarkeit der Kalkſteine beruht hauptſächlich auf der Gegenwart dieſer Nummuliten. Außer dieſen Körpern, die man den Foraminiferen beizählt, enthalten die genannten Kalke auch viele andere Foſſilien, welche jedenfalls mehr den tertiären Gebilden angehören, und es iſt die Stellung des Nummuliten-

kalkes deshalb noch nicht gehörig ausgemacht. Jedenfalls aber folgen die bezeichneten schwarzen Kalksteine in ihrer Schichtung überall dem Hippuritenkalke, und trennen sich dadurch von den übrigen Tertiärschichten, die aller Orten eine sehr abweichende Schichtung zeigen. Ihre Stellung bei den Kreideschichten, als oberstes Glied derselben, scheint demnach stratigraphisch vollkommen gerechtfertigt, während man in paläontologischer Hinsicht den Nummulitenkalk unbedingt den Tertiärgebilden anreihen muß. Neuere Untersuchungen haben dargethan, daß der Nummulitenkalk eine fast durchaus eigenthümliche Fauna besitzt, deren meiste Arten nur ihm angehören, während viele andere auch in den nächsten Tertiärschichten vorkommen sollen und nur sehr wenige Arten als identisch mit Kreidefossilien angesehen werden — eine Identität, die höchst unwahrscheinlich ist.

§. 594. In der neuesten Zeit hat man, vorzüglich auf die Fossilien gestützt, die Kreide in Frankreich in folgende Schichten zerlegt.

1. Das Néocomien, begreifend die unteren Thon- und Mergellager von blauer Farbe nebst den gelben Kalken und ihren Aequivalenten. Der Spatangus retusus (Holaster complanatus) ist hier das vorzüglichste Leitfossil; mit ihm kommen mehre andere Geschlechter vor, welche sich in den späteren Schichten nicht mehr finden, und die Fauna des Néocomien an diejenige des Jura anschließen. Die Nerineen unter anderen sind noch in sehr charakteristischen Arten in diesen Schichten vorhanden; sterben aber mit ihnen aus.

Für das obere Néocomien oder den Caprotinenkalk hat man keine besondere Abtheilung aufgestellt, obgleich auch dieser, bei der Eigenthümlichkeit seiner Fossilien, eine solche verdiente.

§. 595. 2. Unter dem Namen des Aptischen Gebildes (Terrain aptien) hat man die bunten Mergel des oberen Néocomien von diesem abgetrennt, da sie in der That eine durchaus eigenthümliche Fauna zu besitzen scheinen.

§. 596. 3. Das Albische Terrain (Terrain albien) oder der Gault begreift den unteren Grünsand und den Gault in sich, welche ihren Fossilien nach sich nicht trennen lassen. Hier sind es namentlich Inoceramus concentricus, Trigonia aliformis etc., welche leiten können zur Bestimmung der Schichten.

§. 597. 4. Die chloritische Kreide oder das Turonische Gebilde (Terrain turonien) begreift den oberen Grünsand, die Tuffeau-Kreide, den Kreidemergel (Chalk-marl), und ist vor allen anderen durch die Hippuriten und Baculiten bezeichnet, welche in den übrigen Schichten nicht vorkommen.

§. 598. 5. Die Senonischen Schichten endlich (Terrain sénonien) begreifen die eigentliche weiße Kreide und die Maſtrichter Kreide.

Kreide in Deutschland.

§. 599. In dem nördlichen Deutschlande, längs der Seeufer und unter dem angeschwemmten Lande breitet sich von Westphalen aus nach Osten die

Kreideformation aus, in ihrem Verhalten derjenigen von Frankreich und England ziemlich ähnlich.

Die unterſten Lager werden von graublauen Thonen gebildet, die viele feſte, graubraune Kalknieren enthalten, unter dem Namen der Hilsthone bekannt ſind und wahrſcheinlich dem oberen Néocomien entſprechen, während der untere Néocomien, die blauen Mergel mit den gelben Kalken von Neuchâtel, in Norddeutſchland hie und da durch Wälderthon erſetzt ſcheinen. Unter dem Hilsthone liegt eine Reihe ſehr wechſelnder Schichten von feſtem, eiſenhaltigem Sande, der in feſten Sandſtein übergeht und oft mit Kalkhaltigen Kalkmergeln untermiſcht iſt. In Weſtphalen ruht dies mit dem Namen des Hilsconglomerates bezeichnete Gebilde unmittelbar auf dem Kohlengebirge auf.

Es folgen nun Bänke mehr oder weniger dünn geſchichteter, gelbbrau- §. 600.
ner, oft eiſenſchüſſiger, weicher Sandſteine, zuweilen braun und roth gefärbt, dann wieder mehr thonig und mergelig, oder an anderen Orten ganz loſe und mit Knauern von Kalk gemiſcht. Dieſe Quaderformation des nordweſtlichen Deutſchlands entſpricht ohne Zweifel dem unteren Grünſande.

Der Gault iſt mit Sicherheit in Norddeutſchland noch nicht nachgewieſen worden.

Oberer Grünſand, durchaus demjenigen von England und Frank- §. 601.
reich ähnlich, iſt an einzelnen Stellen von Weſtphalen erkannt worden; meiſt indeß iſt er erſetzt durch groberdige, blauliche oder graue Mergel, von dunkeln, braunen oder gelben Adern und Flammen durchzogen, die zuweilen dünnſchieferig werden und härtere, kieſelige Schichten enthalten. Dieſe Grünſandmergel entſprechen dem oberen Grünſande.

Die Kreidemergel (Tuffeau-Kreide) ſind durch grauliche oder weiß- §. 602.
liche, harte, mergelige Kalkſteine repräſentirt, in welchen zuweilen weichere Feuerſteinbänke vorkommen, und die nach oben heller und thoniger werden, ſo daß ſie ſich in ihrem Verhalten den unteren Lagern der Feuerſteinkreide anſchließen.

Dieſe letztere iſt nur an einzelnen wenigen Punkten, namentlich auf der Inſel Rügen, vollkommen entwickelt, von durchaus weißer Farbe, mit Feuerſteinbänken und zahlreichen Verſteinerungen, ganz denen der übrigen Kreide gleich.

In Sachſen zeigt ſich die untere Abtheilung der Kreide durch eine eigen- §. 603.
thümliche Entwickelung von Sandſteinen repräſentirt, die man, ihrer regelmäßigen Zerklüftung und Schichtung wegen, Quaderſandſteine genannt hat. Es iſt ein feinkörniger, gelbbrauner, grauer oder weißer Sandſtein, welcher die ſeltſamen Felsgruppen und maleriſchen Thäler der ſächſiſchen Schweiz bildet, und deren Hauptcharakter eben in flachen Hoch-

plateau's beſt[illegible], durch die Schichtflächen gebildet, welche durch ſe Klüfte in würfelartige Stücke zerſchnitten werden.

§. 604. In der Mitte dieſes Quaderſandſteines liegt eine eigenthümlich formation, die in dünne, ſchieferige Platten ſpringt und den Na Plänerkalkes erhalten hat. Die Paralleliſirung des unteren Qua ſteines, des Pläners und des oberen Quaderſandſteines, der petrog dem unteren völlig gleich ſieht, iſt noch nicht gelungen, es iſt inde ſcheinlich, daß die Quaderſandſteine dem unteren und oberen Gr und der Pläner dem Gault entſpricht. Dieſe Paralleliſirung kann weniger Bedenken erregen, da eine Erſetzung von Mergeln dur durchaus zu den gewöhnlichen Erſcheinungen gehört.

Kreide in den Alpen.

§. 605. Wie ſchon die Juraſchichten ſich in den Alpen ſo bedeutend n zeigten, daß ſie kaum kenntlich waren, ſo zeigen ſich auch die Ge Kreide außerordentlich verändert und nur die Kenntniß der Foſſilie hier auf die richtige Bahn leiten.

Das Néocomien zeigt ſich meiſt in Geſtalt eines ſchwarzen, ligen oder ſandigen Kalkſteines, der mit ſchwärzlichen Thonſchiefe ſelt, dünngeſchichtet iſt und ſtets die charakteriſtiſchen Petrefacte der burger Mergel, Holaster complanatus, Exogyra Couloni, Ostr nata, Terebratula carinata, depressa etc. einſchließt. Anderwärts ſer ſchwarze, ſchieferige Kalk durch graue, compacte Kalkſteine erſetzt eine große Menge von Nerineen und Pteroceren enthalten.

§. 606. Unmittelbar über dieſen Kalken finden ſich ſchwärzliche Kieſelkalk gemengt mit grünlichen Körnern, die an der Oberfläche durch O röthlich werden und namentlich ſchon in der Montagne des Fis in S ſeit langer Zeit als zur Kreide gehörig erkannt wurden. Die Foſſile dieſe Schicht enthält, laſſen keinen Zweifel über ihre Stellung übr iſt offenbar veränderter Grünſand.

§. 607. Auf dieſer Glauconie oder Grünſand findet ſich ſtellenweiſe eine entwickelte Kalkformation, aus rothen oder grauen Kalken beſteh keine Foſſilien, aber viel gewellte Thonblätter enthalten. Die unteren ten dieſer Kalke enthalten viele Diceraten, eine eigenthümliche Art v puriten und von großen Schnecken, die noch nicht näher bekannt ſind hat dieſe Abtheilung den Seewerkalk genannt; — es iſt wahrſc daß er dem Hippuritenkalke Südfrankreichs, mithin der chloritiſchen entſpreche. Die gewundenen Thonblätter, welche ſich in dieſem Kalke bedingen, wie es ſcheint, bei dem Auswaſchen durch den Regen theilw eigenthümlichen, gewundenen Rinnen und Kanäle, die durch ziemlich

getrennt ſind, und in der Schweiz Karren oder Schratten genannt werden.

er dem Seewerkalke oder, wenn dieſer, wie öfter geſchieht, fehlt, §. 608.
m Grünſande lagern mächtige Maſſen ſchwärzlicher, ſandiger Kalk-
quarziger Sandſteine und gerunzelter, gewundener Schiefer, in wel-
e allen die Nummuliten als vorherrſchende Petrefacten auftreten.
Nummulitenkalk iſt auf der ganzen Nordſeite der Schweizeralpen
rch die ganze Kette der Meeralpen hindurch in gewaltiger Maſſe
lt, und auch hier, wie in Südfrankreich, folgt ſeine Schichtung
s derjenigen der Kreide, während ſeine Petrefacten mehr dem tertiä-
pus ſich zu nähern ſcheinen.

er dieſem Nummulitenkalke endlich wird die Reihe der Kreideablage- §. 609.
beendet durch eine gewaltige Maſſe von grauen, zuweilen grünlichen,
n Sandſteinen, die für ſich bedeutende Berge bilden, aber außer
en, unbeſtimmten Fucoidenſtengeln keine anderen Petrefacten ent-
ſo daß ihre Stellung im Syſteme noch etwas ungewiß erſcheint.

beſonders charakteriſtiſche Verſteinerungen für die einzelnen Schich- §. 610.
t man folgende Foſſilien.

Im Néocomien:

r complanatus (Spatangus	Cirrus depressus.
us). Fig. 275.	Pleurotomaria neocomensis. Fig.
atula suborbicularis.	298.
a subplicata, subsinuata.	Pterocera pelagi. Fig. 294.
ea Couloni.	Nautilus pseudoelegans.
Leymerii.	Ammonites asper, macilentus. Fig.
similis.	301.
a punctum.	Crioceras Duvalii. Fig. 299.
legans.	Toxoceras bituberculatus. Fig. 302.
omya Langii, neocomensis.	Ancyloceras dilatatus.
ia caudata. Fig. 280.	Scaphites Ivanii. Fig. 303.
a Gosae, lobata.	

Im Caprotinenkalke:

ina ammonia, Lonsdalii.	Radiolites neocomensis.
a gigantea, Archimedis.	

Im aptiſchen Terrain: §. 611.

ra sinuata. Fig. 285.	Vermetus Rouyanus.
la placunea.	Belemnites semicanaliculatus.
ium aptiense.	Ammonites reticulatus, impressus.

Im Gault und unteren Grünſand (Terrain albien): §. 612.

ites rotula.	Inoceramus concentricus, Fig. 286.,
ratula lyra, Menardi, plica-	sulcatus.
, biplicata.	Exogyra sinuata. Fig. 285.

Ostrea biauriculata.
Plicatula placunea.
Cucullaea glabra.
Nucula pectinata. Fig. 289.
Trigonia aliformis. Fig. 281.
Rostellaria Parkinsoni. Fig. 294.
Turbo plicatilis. Fig. 296.
Natica excavata, gaultina.
Avellana incrassata. Fig. 293.
Cerithium lectum.
Ammonites monile, Beudanti, d
tatus.
Hamites rotundus, flexuosus.
Turrilites tuberculatus.

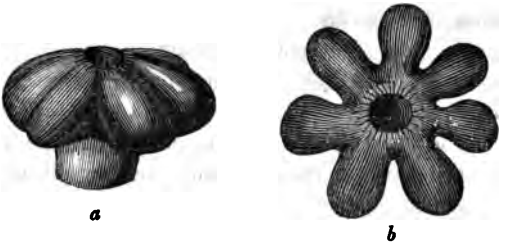
§. 613. In der chloritiſchen Kreide (Tuffeau-Kreide; turoniſches Terrain):

Hallirhoa costata. Fig. 261.
Spatangus (Micraster) cor-anguinum.
Hippurites organisans, Fig. 276., bioculata, Fig. 277.
Radiolites cornu pastoris.
Exogyra columba. Fig. 284.
Ostrea carinata.
Terebratula alata, octoplicata.
Lima plicatilis.
Cardium productum. Fig. 283.
Acteonella (Volvaria) crassa. F
292.
Avellana cassis.
Nautilus elegans, laevigatus, tri
gularis.
Ammonites falcatus, rhotomag
sis, Mantellii.
Baculites anceps. Fig. 305.
Scaphites aequalis.
Turrilites costatus. Fig. 306.

§. 614. In der weißen Kreide (ſenoniſches Terrain):

Ananchytes ovata.
Crania striata. Fig. 279.
Terebratula carnea, pumila, Defrancei.
Ostrea vesicularis.
Inoceramus Cuvieri, Lamarkii.
Spondylus (Plagiostoma) spino
Fig. 287.
Pecten quinquecostatus.
Catillus Cuvieri.
Gervillia solenoides.
Belemnites mucronatus. Fig. 3
Mosasaurus Hofmanni. Fig. 31

§. 615. Unter den Polypen der Kreide verdient das Genus Hallirhoa (Fig. 2
Fig. 261.



a b

Hallirhoa costata. Aus der chloritiſchen Kreide. a. Von der Seite. b. Von ob

eine beſondere Erwähnung. Es ſind feſte, compacte, ſchwammartige Polypen, die eine große, runde Oeffnung auf dem Gipfel haben, und deren Fläche, rundliche Ausbreitung, die auf einem Stiele ſitzt, öfters in Lappen getheilt iſt.

§. 616. Die Foraminiferen (Polythalamien oder Rhizopoden) ſtellen eine eigenthümliche Gruppe kleiner, faſt mikroſkopiſcher Kalkſchalen dar, welche man früher zu den Cephalopoden ſtellte, da einige derſelben viele Aehnlichkeit in ihrer äußeren Geſtalt mit Nautilen und anderen Cephalopodenſchalen zeigten. Indeſſen bewieſen genauere Unterſuchungen bald, daß dieſe kleinen Kalkgehäuſe, welche noch jetzt in dem Meeresſande in unglaublicher Menge ſich finden, nicht von Mollusken, ſondern von infuſorienartigen Thieren herrührten, denen manche neuere Beobachter ſogar alle weitere Structur verſagten. Das Auszeichnende dieſer Schalen iſt beſonders, daß auf ihrer Oberfläche ſich kleine Löcher finden, welche dem Thiere zum Durchſtrecken von armartigen, ausdehnbaren und zuſammenfließenden Fortſätzen dienen, und daß ſie in einzelne Kammern getheilt ſind, welche meiſtens nicht mit einander communiciren, und deren jede von einem Thiere beſetzt ſcheint. Die wahrſcheinlichſte Anſicht, die man von dieſen Foraminiferen jetzt hegen kann, iſt die, daß es mikroſkopiſche, freie Polypenſtöcke mit kalkiger Schale ſind, in deren Innerem ſehr niedrig organiſirte Thiere geſellſchaftlich zuſammenwohnen. Die Kreide ſcheint faſt einzig aus Trümmern dieſer Foraminiferen zuſammengeſetzt. Man hat ſie in mannichfache Geſchlechter zerlegt, die man wieder in Gruppen getheilt hat, je nachdem die Kammern in gerader Reihe hinter einander ſtehen (Stichoſtegier), oder in abwechſelnden Reihen alternirend (Enalloſtegier). Bei anderen liegen die Kammern in ſpiraligen, parallelen Umgängen (Helicoſtegier), und in der letzten Gruppe endlich, bei den Agathiſtegiern oder Millioliten, haben die Kammern nur die Länge eines halben Umganges. Die Stellung dieſer letzteren Gruppe, die durchaus den Tertiärgebilden und der heutigen Welt angehört, erſcheint noch ſehr zweifelhaft. Die Beſtimmung der einzelnen Arten dieſer großen Gruppe iſt mit vielen Schwierigkeiten verknüpft; indeſſen ſcheint ſie doch bei den meiſten Geſchlechtern mit Sicherheit ausgeführt werden zu können.

Fig. 262.

Dentalina sulcata. Aus der weißen Kreide.

§. 617. Zu den Stichoſtegiern gehören die Dentalinen (Fig. 262); freie, regelmäßige, coniſche, oft etwas gekrümmte Schalen, welche aus kugeligen, zuweilen etwas ſchiefen Kammern zuſammengeſetzt ſind. Die letzte Kammer iſt conver, oft länglich ausgezogen; die Oeffnung iſt rund und ſtändig, etwas auf der Seite gelegen; die Kammern durch wenig vorſpringende Einſchnürungen von einander geſchieden.

§. 618. Fig. 263. Fig. 264.

Textularia aciculata.

Textularia striata.

Aus der weißen Kreide.

Die Textularien (Fig. 263 u. 264) den zu den Enallostegiern gerechnet. Schalen sind frei, regelmäßig, conisch runden oder keilförmigen Kammern z mengesetzt, die auf zwei Längsaxen s mit einander alterniren und sich theilwei cken, und an deren innerer Seite sich halbmondförmige, quere Oeffnung findet.

§. 619. Fig. 265.

Bulimina obliqua. Weiße Kreide.

Unter den Helicostegiern kann man zwei Gruppe terscheiden, indem die einen, Nautilen gleich, in der Ebene aufgerollt sind, während andere thurmförmig die Höhe winden. Zu den letzteren gehören namentli Buliminen (Fig. 265), spitalig freie Schalen mit läng Spindel und wenig vorspringenden Kammern, die sich oder minder decken. Die Oeffnung ist länglich spaltf oder rund, seitlich am oberen Winkel der letzten Ka gelegen.

§. 620. Fig. 266.

Rotalina Voltziana. Weiße Kreide.

Die Rotalinen (Fig. 266) bilden den Uebergs den nautilusartigen Helicostegiern. Ihre Spind schief eingerollt, sehr kurz, aber doch lang genug die Spitze der Schale auf der einen Seite mehr t ten zu lassen, als auf der andern; die Kammern zusammengedrückt, die Wände meist getüpfelt mi nen Löchern; die Oeffnung eine längliche Spalt nur einen Theil der Länge der letzten Kammer nimmt.

Fig. 267.

§. 621.

Cristellaria rotulata. Weiße Kreide.

Die Cristellarien (Fig. 267) unterscheiden sich, äußeren Form nach, so wenig von den Nautilen viele dieser Arten nur als Nautilen beschrieben den. Die Windungen sind vollkommen übergre regelmäßig wachsend, die Kammern zusammenget länglich; die Oeffnung rundlich, am äußeren Wink Kammern gelegen.

§. 622. Die Lituolen wechseln, ihrer äußeren Form nach, sehr mit verschied Alter; anfangs gleicht die Schale ganz einem jungen Nautilus, spät

längert ſie ſich ſtabförmig in mehr oder minder gerader Richtung und bildet einen Stab oder Haken (Fig. 268 u. 269).

Fig. 268.

Lituola nautiloidea. Weiße Kreide.

Fig. 269.

Dieſelbe jung; ſtärker vergrößert.

Fig. 270.

Flabellina rugosa. Weiße Kreide.

Die Flabellinen (Fig. 270) §. 61
haben eine freie, regelmäßige, ſehr zuſammengedrückte Schale, die im Anfange regelmäßig eingerollt iſt, im Alter aber ſich in eine weite, eckige, blattförmige Verlängerung ausbreitet. Die Kammern ſind anfangs durch rundliche, ſpäter durch in der Mitte gebrochene Querwände abgetheilt.

Die Nummuliten (Fig. 271, 272, 273) ſind die größten aller Foramini- §. 62
feren, da ihre Schalen oft einen Zoll im Durchmeſſer erreichen. Es ſind

Fig. 271.

Nummulitenkalk aus den Pyrenäen.

Fig. 272.

Ein Nummulit von oben.

Fig. 273.

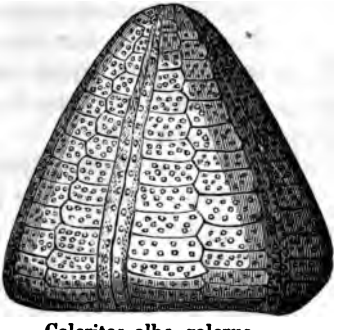
Ein Nummulit quer durchſchnitten.

runde, mehr oder minder linſenförmige Körper mit zugerundetem Rande und etwas gewölbtem Mittelpunkte. Oft brechen ſie beim Spalten des Nummulitenkalkes in der Weiſe, daß die eine Hälfte der Schale in dem einen Bruchſtücke, die andere im anderen bleibt, wo man dann die innere Structur ſehen und ſich überzeugen kann, daß dieſelbe aus ſpiralig geſtellten Kammern beſteht, die durch ſchiefe, radienförmig ausſtrahlende Scheidewände getheilt ſind. Bei einem ſenkrechten Durchſchnitte erſcheinen die Kammern ebenfalls in Reihen hinter einander. Das Vorkommen der Nummuliten in ungeheuren Maſſen würde einen vortrefflichen Leitfaden für den Geognoſten geben können, wenn Nummuliten nur an der angegebenen Stelle im Nummulitenkalke an der oberen Grenze der Kreide vorkämen; — es findet ſich deren aber auch eine große Menge im Hippuritenkalke und in den höheren Tertiärſchichten. Es könnte mithin nur die Beſtimmung der Arten gültig zur Feſtſtellung der betreffenden Schichten ſein. Dieſe iſt

aber vor der Hand, mit den beſtehenden Hülfsmitteln, durchaus unmöglich, und die Angabe von Nummuliten in dieſem oder jenem Gebilde wiſſenſchaftlich von durchaus keinem Gewichte für die Beſtimmung ſeiner Einreihung in die Lagerungsfolge.

625. Unter den Echinodermen der Kreide verdienen beſonders die zahlreichen Seeigel Erwähnung, zumal da einige Arten derſelben ganz ausgezeichnete Leiter zur Beſtimmung der einzelnen Schichten ſind.

Fig. 274.

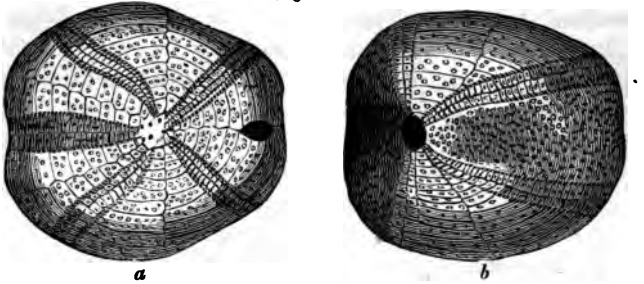


Galerites albo-galerus.
Aus der weißen Kreide.

Die Galeriten (Fig. 274), zur Familie der Clypeaſter gehörend, ſind mehr oder minder abgerundet, fünfeckig, meiſt ziemlich hoch und hinten gegen die Baſis hin abgeſtutzt, die Unterfläche iſt platt und in ihr finden ſich beide Oeffnungen des Darmes, Mund und After; erſterer, von zehneckiger Form, liegt in der Mitte, letzterer am hinteren Rande. Die Fugen der einzelnen Platten, aus welchen die Schale zuſammengeſetzt iſt, zeigen ſich meiſt ſehr deutlich; die darauf befindlichen Knötchen für die Stacheln ſind nur ſehr ſchwach und wenig entwickelt. Die Ambulacren ſind einfach, und die Porenreihen, aus denen ſie zuſammengeſetzt ſind, erſtrecken ſich in einfacher, gerader Linie von der Spitze der Schale zum Munde.

626. Die Holaſter (früher zu den Spatangen geſtellt) (Fig. 275) haben eine herzförmige Geſtalt; Ambulacren, die gleichförmig nach der Spitze der Schale

Fig. 275.



a b

Holaster complanatus (Spatangus retusus). Aus dem Néocomien.
a. Von oben. b. Von unten.

zuſammenlaufen und nur zuweilen in der Nähe des Genitalapparates etwas

gekrümmt sind. Der Mund, queroval, findet sich auf der unteren Fläche der Schale nach vorn in einer Vertiefung. Der After steht an der hinteren Fläche, meist mehr nach oben. Die Schale selbst ist dünn mit feiner Granulation und wenigen sehr dünnen Höckern besetzt.

§. 62 Eine höchst eigenthümliche Gruppe von Petrefacten, die man jetzt fast mit Bestimmtheit in die Nähe der Brachiopoden stellen muß, wird von den Rudisten oder Hippuriten gebildet. Diese merkwürdigen, in Bänken vereint vorkommenden Muscheln sind stets aus zwei ungleichen Schalen zusammengesetzt, die beide eine kegelförmige Gestalt haben. Die untere Schale ist bei weitem die größte, unten und oft auch an der Seite festgewachsen; die obere ist mehr oder minder flach, deckelartig; ein Schloß fehlt durchaus, ebenso ein Band, und der Deckel scheint nur durch seine Schwere auf der Höhlung der unteren Schale fixirt. Die Schalen sind ungemein dick, ihre äußere Form höchst unregelmäßig, wie dies bei allen angehefteten, Bänke bildenden Muscheln der Fall ist, die sich in ihrem Wachsthume nach dem gerade vorhandenen Raume richten müssen. Die Structur der Schalen ist zellig; die inneren Höhlen, worin das Thier lebte, einigermaßen der conischen Gestalt der Schale entsprechend. Nicht selten finden sich die Schalen mehr oder minder zerstört, und nur die Gesteinsmasse, welche die inneren Höhlen erfüllte, erhalten. Diese Steinkerne erscheinen dann aus zwei ungleichen Kegeln zusammengesetzt, welche mit ihrer Basis an einander stehen und früher als besondere Geschlechter unter den Namen Birostrites und Jodamia aufgeführt wurden. In den unteren Theilen der Schalen zeigen sich zuweilen mehr oder minder vollständige Querwände, die man mit den Kammern der Cephalopoden verwechselte. Da man keine lebenden Mollusken kennt, welche den Rudisten ähnlich sehen, so wurden die mannichfachsten Ansichten über sie ausgesprochen, indem die Einen sie in die Nähe der Ascidien oder der Cirrhipedien, die Anderen sie zu den Polypen stellten. Die genauere Untersuchung der Cranien, welche offenbare Brachiopoden sind und ebenfalls aus zwei ungleichen, kegelförmigen, aber sehr flachen Schalen zusammengesetzt erscheinen, hat zu der jetzt allgemein angenommenen Ansicht über die Stellung der Rudisten geführt. Man hat sie in mehre Geschlechter zerlegt.

§. 62 Die eigentlichen Hippuriten haben eine sehr verlängerte, kegelförmige Unterschale mit spitzer Basis und drei mehr oder weniger deutlichen Längsfurchen auf dem Rücken; die Oberschale ist kaum conisch, beinahe ganz flach, deckelartig; man erkennt an wohlerhaltenen Exemplaren halbmondförmige, einfache Eindrücke, wie von Armen; der Steinkern stellt nur

einen einfachen Kegel dar. Die Schale ist außen gestreift, nicht blätterig. (Fig. 276 u. 277.)

Fig. 276.

Hippurites organisans.

Fig. 277.

Hippurites bioculata.

Beide aus dem eigentlichen Hippuritenkalke.

629. Fig. 278.

Sphaerulites ventricosa (Radiolites turbinata). Aus dem eigentlichen Hippuritenkalke.

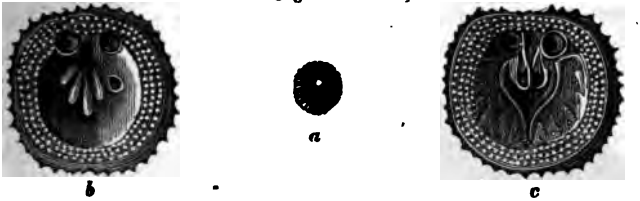
Das Mißverhältniß zwischen den beiden Schalen ist nicht so bedeutend bei den Sphäruliten (Fig. 278); die Unterschale ist kürzer, die Oberschale höher, mehr conisch, und der Kern somit aus zwei ungleichen, unter stumpfem Winkel mit der Basis zusammengefügten Kegeln zusammengesetzt. Die äußere Oberfläche ist streifig und oft blätterig.

30. Die eigentlichen Brachiopoden sind in den Kreideschichten durch

annichfache charakteriſtiſche Arten von Terebrateln, dann aber auch durch inige eigenthümliche Geſchlechter vertreten, welche in den älteren Schichten icht vorkommen.

Hierher gehören namentlich die Cranien (Fig. 279), von welchen auch inige Arten lebend vorkommen. Die kleinen Schalen dieſer Muſcheln ſind ufgewachſen, faſt kreisrund, aber ungleich, indem die aufgewachſene Schale ach, die freie kegelförmig iſt mit excentriſchem Scheitel. Die Unterklappe at in der Mitte einen ſcharfen Vorſprung, zu deſſen beiden Seiten die zwei nteren Muskeleindrücke ſich finden und am Rande gelappte Mantelein- rücke. An der Oberſchale fehlen der Vorſprung und die Lappenzeichnun- en; ſie hat, wie die Unterſchale, am oberen Rande zwei kreisrunde Mus- eleindrücke und in der Mitte einige unbeſtimmte Erhöhungen. Der Rand eider Schalen iſt warzig.

Fig. 279.



b *a* *c*

Crania striata (Ignabergensis). Aus der weißen Kreide.
a. Die Oberſchale von außen. *b*. Dieſelbe von innen. *c*. Die Unterſchale von innen

Unter den übrigen Acephalen verdienen beſondere Berückſichtigung die §. 631
chon früher charakteriſirten Trigonien (Fig. 280, 281, 282), welche mit der Kreide aufhören, um in der Jetztwelt wieder zu beginnen. Bis jetzt iſt noch keine tertiäre Trigonie bekannt, ſo daß Reſte dieſer Muſcheln ſtets da, wo über die Natur einer

Fig. 280.

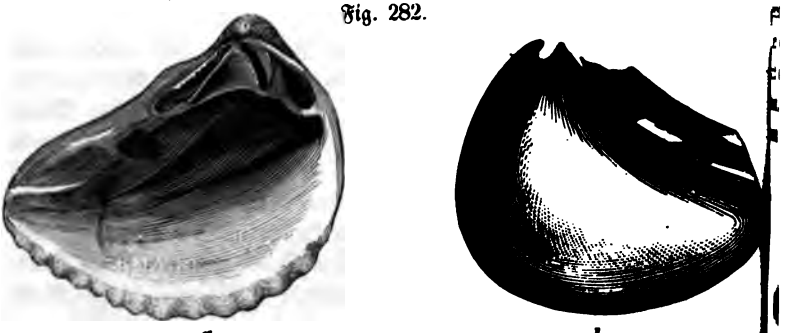
Trigonia caudata. Aus dem Néocomien Von den Buckeln aus geſehen.

Fig. 281.

Trigonia aliformis. Aus dem Gault.

Schicht Zweifel ſein könnte, wenigſtens gegen die tertiäre Abſtammung der Ablagerung entſcheiden können.

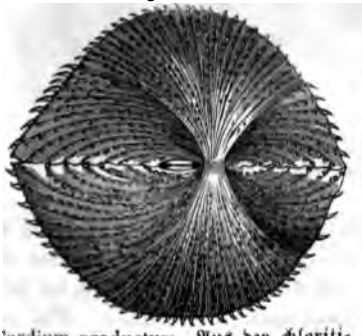
Fig. 282.



a *b*

Trigonia scabra. Aus der chloritiſchen Kreide.
a. Linke Schale von innen, um die Schloßzähne und die Muskeleindrücke zu zeigen. *b*. Steinkern.

Fig. 283.



Cardium productum. Aus der chloritiſchen Kreide, von den Buckeln aus geſehen.

Die Herzmuſcheln haben nicht minder charakteriſtiſche Formen in den Kreideſchichten (Fig. 283).

Die Familie der Auſtern erleidet in der Kreide inſofern einige Veränderung, als die Gryphäen, die im Jura ſo charakteriſtiſch waren, durch Exogyren (Fig. 284 u. 285) erſetzt werden, die ſich dadurch von den

Fig. 284.

Exogyra columba. Aus der chloritiſchen Kreide.

Fig. 285.

Exogyra sinuata. Aus dem unteren Grünſand.

ryphäen unterſcheiden, daß die Buckeln beider Schalen durchaus ſeitwärts ngerollt, aber aſymmetriſch ſind, indem der Buckel der kleinen Schale kaum rvorſteht, ſondern in der Fläche des Deckels ſelbſt liegt. In ſeinen übri- n Charakteren unterſcheidet ſich das Geſchlecht nicht von den Gryphäen nd es kann deshalb, wie bei der Gryphaea virgula aus dem Kammeridge- on, öfter zweifelhaft ſein, ob eine beſtimmte Muſchel dem einen oder an- ren Geſchlechte angehöre.

Fig. 286.

noceramus concentricus. lus dem unteren Grünſand.

Die Inoceramen (Fig. 286) ſind auſternartige, §. 633 unregelmäßige und ungleichſchalige Muſcheln, von faſt dreieckiger Geſtalt und blätterigem Baue; die Buckeln ſind ſpitzig, ſtark gekrümmt und einander gegenübergeſtellt; das hinten gelegene Schloß iſt gerade mit einer Menge von Einſchnitten verſehen, in denen ein vielfach getheiltes Band befeſtigt war. Der Muskeleindruck liegt hinten. Die ächten Inoceramen ſcheinen nur in der Kreide vorzukommen.

Fig. 287.

Spondylus (Plagiostoma) spinosus. Aus der weißen Kreide.

Die Spondylen (Fig. 287) ha- §. 63 ben ungleichſchalige, beiderſeits geöhrte, mehr oder minder ſtachelige oder blätterige Schalen, deren linker Buckel kurz abgeſtutzt, der rechte aber verlängert und über den Schloßrand erhaben iſt. Das Schloß hat jederſeits zwei Zähne. Der einfache Muskeleindruck iſt groß, rund, in der Mitte nach hinten zu gelegen, das Band findet ſich in einer runden Grube oder Rinne des Schloßrandes zwiſchen den Schloßzähnen.

Fig. 288.

Pectunculus subconcentricus. Aus der chloritiſchen Kreide.

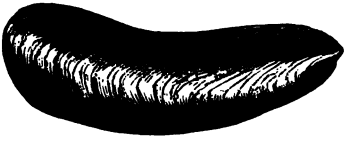
Das Genus Pectunculus (Fig. 288), deſſen §. 63 analoge Arten noch jetzt lebend vorkommen, hat eine runde, gleichſchalige, faſt gleichſeitige Schale, die ſich vollkommen ſchließt. Das Schloß iſt im Winkel gebogen, mit ſchiefen, durch tiefe Eindrücke getrennten Zähnen verſehen. Das Schloßband liegt außen zwiſchen den Buckeln; das Schloßfeld iſt mit winkeligen Linien verſehen. Der Manteleindruck iſt ganz; die Muskeleindrücke ſymmetriſch an beiden Enden. Der Rand der Muſchel zeigt meiſt feine Zähnelungen.

Die verwandten Nuculaceen zeigen die charakteriſtiſche Nucula pectinata (g. 289) aus dem unteren Grünſand. *a*. Die Muſchel von außen. Der Steinkern.

Fig. 289.

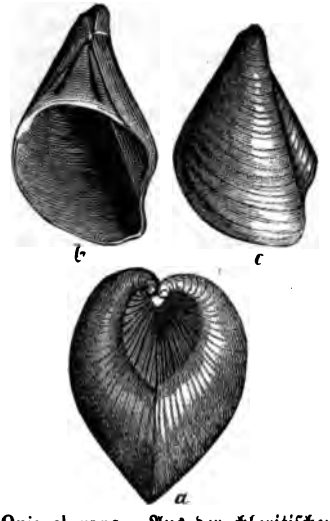
a Nucula pectinata. *b*

Fig. 290.



ytilus simplex. Aus dem Néocomien.

Fig. 291.



Opis elegans. Aus der chloritiſchen Kreide.

a. Die ganze Muſchel von hinten.
b. Die linke Schale mit dem Schloſſe von innen.
c. Die Muſchel von der Seite.

Die Miesmuſcheln ſind länglich ſchief, dreieckig oder keilförmig und gleichſchalig. Das Schloß hat meiſt keine Zähne und findet ſich am einen Ende; das Schloßband iſt äußerlich der Länge nach angebracht. Die Schale klafft nach oben etwas für den Durchtritt des Byſſus. Die Muskeleindrücke ſind aſymmetriſch; der vordere, am Munde gelegene iſt klein, der hintere groß und länglich. Die Manteleindrücke zeigen keinen hinteren Ausſchnitt (Fig. 290).

Die Schalen des Geſchlechtes Opis (Fig. 291) ſind regelmäßig, ſymmetriſch, gleichſchalig, herzförmig, ſehr dick und vollkommen geſchloſſen. Die Buckeln ſind ſehr groß und vorſtehend; das Schloß ſehr complicirt; links aus einem großen zuſammengedrückten, dreieckigen Zahne und einer engen, tiefen Rinne, rechts aus einer entſprechenden Höhle nebſt einem Zahne gebildet. Es finden ſich drei Muskeleindrücke, zwei vorne, einer hinten. Sie finden ſich nur in juraſſiſchen und Kreideſchichten.

Fig. 292.

Acteonella crassa.
Aus der dritten Rudiſtenzone. (Chlorit. Kreide.)

§. 63 Unter den Gaſteropoden der Kreide bilden namentlich die Acteonellen (Fig. 292) ein ſehr charakteriſtiſches Geſchlecht, indem ſie bis jetzt einzig in der oberen Kreide gefunden worden ſind, und weder in den unteren Kreideſchichten, noch in den tertiären Gebilden vorkommen. Es ſind glatte, längliche oder bauchige Schnecken mit ſehr kurzer Spindel, deren Mundöffnung faſt ſo lang iſt, als die ganze Schnecke, aber ſehr eng, namentlich nach oben hin. Die Columella hat an ihrem Mundrande drei dicke, vorſtehende Wülſte; die äußere Mundlippe iſt dünn und ſcharf.

Fig. 293.

Avellana incrassata.
Aus dem Gault.

§. 64 Die Avellanen (Fig. 293) ſind kurze, bauchige Schneckenſchalen mit ſehr kurzer Spindel und halbmondförmiger Mundöffnung, deren äußere Lippe ſehr dick, aufgewulſtet und meiſt gezähnelt iſt, während der innere Columellarrand drei bis vier ſtarke, vorſpringende Zähne hat. Sie haben meiſt quere Streifen oder punktirte Reifen, und kommen in allen Schichten der Kreide, aber auch nur in der Kreide vor.

Fig. 294.

Rostellaria Parkinsoni.
Aus dem Gault.

§. 64 Die Roſtellarien (Fig. 294) bieten eine ſehr leicht kenntliche Form von Schnecken. Die Schale iſt lang, thurmförmig, endet in einen langen, ſpitzen, meiſt geraden Canal aus; die äußere Lippe iſt groß, flügelförmig ausgebreitet, meiſt nach der Schalenſpitze hin ausgezogen, aber ohne weitere Zähnelungen. Sie ziehen ſich von den oberen juraſſiſchen Schichten bis in die Jetztwelt fort, bieten aber namentlich in der Kreide viele leicht kenntliche Arten.

§. 64 Aus ſchon früher erwähnten Geſchlechtern bilden wir hier einige leicht kenntliche und weit

verbreitete, charakteriſtiſche Arten der Kreide ab (Fig. 295, 296, 297, 298).

Fig. 295.

Pterocera Pelagi.
Aus der weißen Kreide.

Fig. 296.

Turbo plicatilis.
Aus dem Néocomien.

Fig. 297.

Natica lyrata.
Aus der chloritiſchen Kreide.

Fig. 298.

Pleurotomaria neocomensis.
Aus dem Néocomien.

3. Die Cephalopoden der Kreide zeichnen ſich vor allen denen der ſecundären Gebirgsſchichten durch eine große Mannichfaltigkeit in der Art ihrer Aufrollung aus, wodurch die Aufſtellung mehrer Geſchlechter nöthig wurde, die für die Kreideſchichten durchaus charakteriſtiſch ſind. Die Ammoniten und Nautilen finden ſich noch immer in großer Menge und oft ſehr bezeichnenden, leicht zu erkennenden Arten; die Nautiliden oder Cephalopoden mit einfach gewellten, ungefranzten Kammerwänden zeigen auch nur die einzige Form der Nautilen mit übergreifenden Windungen, die in demſelben Plane liegen; während die Ammonitiden oder Cephalopoden mit gefranzten Kammerwänden, die in der Kreide endigen, die ſogleich zu erwähnenden, abweichenden Formen darbieten. Es bietet dies Verhältniß ein ſehr merkwürdiges Seitenſtück zu demjenigen der Nautiliden; dieſe beginnen in den paläozoiſchen Gebilden mit ähnlichen abnormen Formen der Aufrollung, mit

welchen die Ammonitiden in der Kreide endigen, und die Hamiten, Baculiten ꝛc. ſind in zoologiſcher Hinſicht die Repräſentanten der Lituiten, Phragmoceren und Orthoceren der älteren Gebilde.

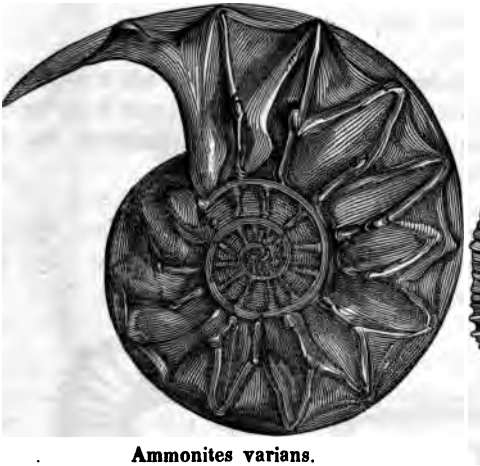
Fig. 299.

Crioceras Duvalii.
Aus dem Néocomien.

§. 6 Den eigentlichen Ammoniten am nächſten ſteht das Genus Crioceras (Fig. 299). Sie haben ebenſo gefranzte Kammerwände, dieſelbe regelmäßige, ſpiralige Aufrollung in einer Ebene, denſelben dorſalen Sipho. Sie unterſcheiden ſich nur dadurch von den Ammoniten, daß ihre Windungen durchaus frei von einander ſind und ſich nirgends berühren. Sie unterſcheiden ſich durch dieſen Charakter ſehr leicht von den Ammoniten, und da ſie bis jetzt nur im Néocomien und im Gault gefunden wurden, ſo dienen ſie trefflich zur Charakteriſtik der unteren Kreide.

§. 6 Die hier abgebildeten Ammoniten (Fig. 300 u. 301) zeichnen ſich durch die Erhaltung ihrer Mundöffnung aus, die bei dem einen ſchnabelförmig ausgezogen, bei dem anderen in zwei ſeitliche Lippen verlängert iſt.

Fig. 300.



Ammonites varians.
Aus der weißen Kreide.

Fig. 301.

Ammonites macilentus.
Aus dem Néocomien.

§. 6 Die Toxoceren bilden eine Art Horn, das eine regelmäßige Biegung beſitzt, aber nie bis zu einer vollſtändigen Spirale auswächſt. Die erſte Kam-

mer, worin das Thier wohnte, iſt ſehr groß, der Sipho dorſal, die Kammerwände in ſechs Loben gefranzt. Sie haben ſich bis jetzt nur in dem Néocomien gefunden (Fig. 302).

§. 647. Die Scaphiten (Fig. 303) gleichen in der Jugend durchaus den Ammoniten, indem ihre Schale eine in derſelben Ebene aufgerollte Spirale darſtellt, deren Windungen über einander greifen. Im Alter aber ſtreckt ſich die Schale gerade aus, und nachdem ſie in dieſer Richtung eine gewiſſe Länge erlangt hat, biegt ſie ſich von Neuem nach innen um. Dieſer nach innen umgebogene Theil beſitzt nie Querſcheidewände; er bildete die letzte Kammer, in welcher das Thier wohnte. Der Sipho iſt dorſal. Die Schale ſtellt demnach einen Ammoniten vor, deſſen vorderes Ende geſtreckt und hakenförmig umgebogen iſt.

Fig. 302.

Toxoceras bituberculatus.

Fig. 303.

Scaphites Ivanii. Aus dem Néocomien.

§. 648. Die Ancyloceren unterſcheiden ſich von den Scaphiten nur dadurch, daß der ſpiralig aufgewundene Theil der Schale freie Windungen hat, die ſich nicht berühren. Sie verhalten ſich demnach zu den Scaphiten, wie die Crioceren zu den Ammoniten.

§. 649. Die Hamiten (Fig. 304) haben eine durchaus unregelmäßige Schale, die in einer ſehr langen, ſchmalen, elliptiſchen Linie gebogen iſt. Sie be-

Fig. 304.

Hamites attenuatus. Aus dem unteren Gault.

faſt gerade, biegen ſich dann plötzlich hakenförmig um, ſetzen ſich faſt in gerader Linie fort, biegen von Neuem im Haken um und ſo ohne daß je die einzelnen Windungen, die in derſelben Ebene lie- ich berühren. Man hat noch nicht mehr als drei Hakenbiegungen en; aber noch keinen Hamiten mit vollſtändig erhaltener Mund- g geſehen.

ie Ptychoceras unterſcheiden ſich von den Hamiten durch einen ſehr §. 65
nten Charakter. Die Hakenbiegungen der Schale nämlich berühren id wachſen mit einander zuſammen, während ſie bei den Hamiten ıb.

. 305. Die Baculiten (Fig. 305) endlich ſind durchaus gerade §. 65
wie die Orthoceratiten; aber ſie beſitzen gefranzte Scheide- wände. Die letzte Kammer iſt meiſt ſehr groß; die Endi- gung der Schale ganz ſpitz, aber ſelten erhalten. Es iſt ein regelmäßiger, ſehr lang ausgezogener Kegel, der nach oben eine zungenförmig ausgeſchweifte Mundöffnung hat. Der Sipho iſt dorſal.

Alle bisher erwähnten Cephalopoden kommen darin mit §. 65
einander überein, daß ſie eine Schale beſitzen, die in derſel- ben Ebene aufgerollt iſt. Es giebt aber auch in der Kreide gekammerte Schalen mit gefranzten Querwänden, welche ſchief aufge- wunden ſind, ſo daß ſie kegelförmige Schneckengänge bilden, welche man deutlich von außen wahrnehmen kann, und die einen ziemlich wei- ten, durchbohrten Nabel zwiſchen ſich laſſen. Man nannte früher alle dieſe gekammerten Thurmſchnecken Turri- liten (Fig. 306); hat aber jetzt un- ter dem Namen Helicoceras diejeni- gen Arten abgeſchieden, deren Win- dungen einander nicht berühren, während die ächten Turriliten be- rührende oder ſelbſt übergreifende Windungen haben.

Fig. 306.

Turrilites costatus. Aus der chloritiſchen Kreide.

es anceps. er mittle- Kreide.

e weiße Kreide beſitzt eine eigene Art von Belemniten, die am vorde- §. 65
ande des Körpers einen durchgehenden Schlitz beſitzen, der bis zur

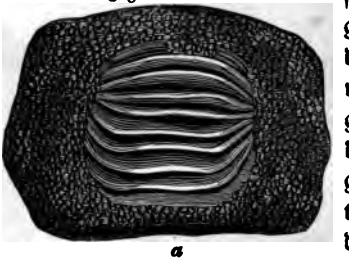
Alveole dringt, und an dem Rücken zwei seitliche Eindrücke. Man hat diese Belemniten als Subgenus unter dem Namen Belemnitella getrennt. Sie charakterisiren die weiße Kreide (Fig. 307).

§. 654.

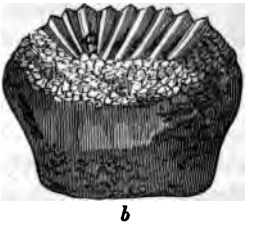
Fig. 307.

Belemnites (Belemnitella) mucronatus.

Fig. 308.



a



b

Zahn von Ptychodus latissimus aus der weißen Kreide.
a. Von oben. b. Von der Seite.

Die Fische der Kreideformation bieten ein eigenthümliches Interesse dar, weil die Formen, welche sie charakterisiren, gewissermaßen ein Bindeglied zwischen denjenigen der früheren Schichten und den jetzt lebenden darstellen.

Die Knorpelfische zeigen noch manche von den jetzt lebenden abweichende Gestalten, neben anderen, die sich genau den Haien unserer Zeit anschließen. Von den Ptychoden (Fig. 308) kennt man die viereckigen, breiten Zähne, deren Krone weit breiter ist, als die Wurzel, so daß der Zahn, von der Seite gesehen, etwa das Bild eines massiven Schwammes mit seinem Stiele bildet. Die Krone ist in der Mitte höckerartig erhaben und auf dem Höcker zeigen sich tiefe, parallele, schneidige Falten, die überall glatt sind, öfter aber sich abgenutzt zeigen und dann eine glatte Kaufläche bieten. Die Umgebung der Krone ist mehr oder minder fein granulirt. Dieselben Fische, welche solche Zähne hatten, trugen dicke Stacheln, die aus einzelnen Längsrippen zusammengefügt scheinen, deren Nähte man gut unterscheiden kann. Der Vorderrand dieser Stacheln ist höckerig und die Höcker gehen auf den Seiten in breite, quere Rippen über. Da die Ptychoden bis jetzt nur in der Kreide gefunden werden, so geben sie ein vortreffliches Kennzeichen für dieselbe ab.

§. 655. Von ächten Haien findet man zahlreiche Zähne in der Kreide. Alle diese Zähne haben eine mehr oder minder platte, scharfschneidende Krone,

Fig. 309.

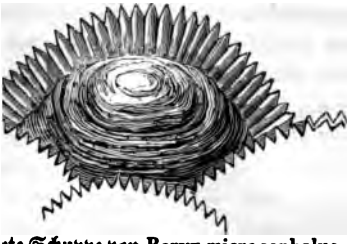
Fig. 310.

ppendiculatus. Corax pristodontus.
Beide aus der weißen Kreide.

die auf einer abgerundeten, ſchwammigen Wurzel ruht. Man hat viele Geſchlechter unterſchieden. Bei den Otodusarten (Fig. 309) findet ſich eine dreieckige, ſpitze, ſcharfſchneidende Krone mit ungezähnelten Rändern, und zu beiden Seiten der Krone kleine Ohren oder Nebenkronen von ſehr wechſelnder Geſtalt; die Zähne ſind höher als breit; Corax (Fig. 310) im Gegentheil iſt die Krone breit, aber niedrig, an ihren ſcharfen Rändern, und der Zahn außerdem innerlich ganz

r den Knochenfiſchen haben nicht mehr die Ganoiden mit den ecki- §. 65
aillirten Knochenſchuppen die Oberhand, ſondern man findet nun noiden- und Cycloiden-Fiſche mit Schuppen, die denen unſerer gen Flußfiſche, z. B. der Barſche und Karpfen, zum Theil gleichen. Die n der Ctenoiden ſind an ihrem hinteren Rande gezähnelt, wie eine Säge; die der Cycloiden dagegen glatt. Im Uebrigen gleichen ſich die Schuppen dieſer beiden Ordnungen von Fiſchen vollkommen.

Fig. 311.



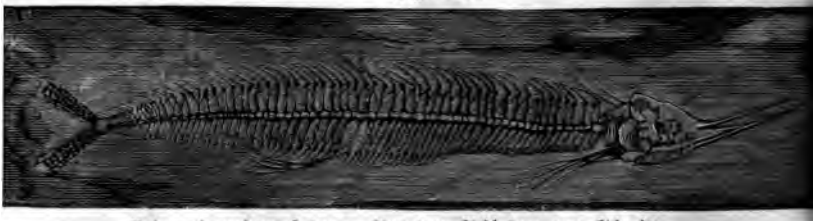
rte Schuppe von Beryx microcephalus.
Aus der weißen Kreide.

Die Beryxarten (Fig. 311), §. 65
welche mit einigen anderen Geſchlechtern eine eigenthümliche Gruppe unter den Percoiden bilden, haben nur eine
oſſe vorn aus Stacheln, hinten aus weichen Strahlen gebildet, die
an Höhe gleich ſind, mehr als fünf Kiemenhautſtrahlen, einen groſ mit gezähnelten Kämmen und Leiſten und einen ſehr breiten, Körper. Die Schuppen ſind groß, rundlich und hinten ſägeförmig , ſo daß der Rand wie mit Paliſſaden beſetzt ausſieht.

den ſchwarzen Dachſchiefern von Glaris, die eine große Menge §. 65
len Fiſchen enthalten, finden ſich mehre ſehr eigenthümliche Ge, von denen wir hier nur die Palaeorhynchen erwähnen wollen. dies lange, geſtreckte Fiſche aus der Familie der Scomberoiden he), die einen langen, dünnen Schnabel beſitzen, deſſen beide Kiefer- on gleicher Länge ſind. Der übrige Kopf iſt klein; die Rückenfloſſe

geht vom Nacken bis zum Schwanze, die Schwanzfloſſe iſt tief getheilt; die Bauchfloſſen liegen an der Kehle. Es giebt mehre Arten dieſes ſonderbaren Fiſchgeſchlechtes in Glaris (Fig. 312).

Fig. 312.



Palaeorhynchum latum. Aus den Schiefern von Glaris.

§. 659. Unter den Reptilien der Kreidezeit zeichnen ſich, außer einigen gewöhnlichen Crocodilen, mehre rieſenmäßige Eidechſengeſchlechter aus, die mit den Crocodilen zwar einige Züge gemein haben, ſonſt aber den Warneidechſen (Monitor) und Leguanen (Iguana) unſerer Zeit weit näher ſtehen.

Hierher gehört vor allen Dingen das große Thier von Maſtricht, von welchem faſt das ganze Skelett in dem Petersberge bei Maſtricht gefunden wurde. Es wurde 24 und mehr Fuß lang; der Kopf (Fig. 313) mißt allein beinahe 4 Fuß in der Länge; die Schnauze iſt geſtreckt; die Gelenkfläche des Unterkiefers ausgehöhlt; die Zähne zuſammengedrückt kegelförmig, innen derb, außen etwas gereift; ihre Kanten ungezähnelt. Die Zähne ſitzen auf knöchernen Sockeln, an deren innerer Seite die Gefäße und Nerven durch ein

Fig. 313.

Mosasaurus Hofmanni. Aus der Maſtrichter Kreide.

Stück vom Schädel, beſtehend aus dem rechten Unterkiefer, der zahntragenden Hälfte des linken Unterkiefers und der faſt vollſtändigen linken Oberkinnlade. Das vordere Ende des zerbrochenen rechten Oberkiefers liegt auf dem rechten Unterkiefer quer über.

och eindringen, um ſich zum Zahne zu begeben. Dieſe Sockel, die feſt it dem Unterkieferknochen zuſammenhängen, ſind von runden, grubenartin Vertiefungen, wie Zahnhöhlen, umgeben und waren im Zahnfleiſche rborgen. Die Wirbel waren vorne concav, hinten conver; während die ſten Juracrocodile noch biconcave Wirbel hatten. Das Thier hatte, nach Beſchaffenheit der hinteren Wirbel zu ſchließen, einen breiten, flachge- n Ruderſchwanz, wie die Crocodile, und war demnach, wie dieſe, ge- in großen Flußmündungen zu leben.

Die Wälderformation birgt außer vielen Schildkrötenreſten auch die §. 6
chen und Zähne mehrer gigantiſcher Eidechſen, welche eine Länge von

Fig. 314.

ahn von Iguanodon Mantelli.

30 bis 40 Fuß erreichten und durch die Structur ihrer kurzen, ſtarken Füße, ihrer Wirbelſäule und ihrer Knochen ſich als Landbewohner zu erkennen geben. Hierher gehören namentlich der Megaloſaurus mit großen, hakenförmigen, plattgedrückten und zweiſchneidigen Zähnen, deren Ränder ſcharf gezähnelt ſind, und die Iguanodonten, bei deren Zähnen (Fig. 314) auf einer ſchmalen Wurzel, die innerlich mit dem Kiefer verwachſen iſt, eine breite, platte, unregelmäßige Krone aufſitzt, deren zweiſchneidige Ränder gezähnelt ſind, während die Zähne ſelbſt ſich in der Fläche gefältelt zeigen. Der Zahnſchmelz findet ſich nur auf der äußeren Seite der Zähne dieſer furchtbaren Eidechſe, die wohl mehr als 40 Fuß Länge erreichte. uch bei der Abnutzung erhielt ſich demnach die Schneide der Zähne vollommen, und es iſt deshalb, ſowie bei der großen Aehnlichkeit der Zähne it denjenigen des Leguans, der ſich von Blättern nährt, wahrſcheinlich, daß as Thier ebenfalls pflanzenfreſſend war.

Einiges über die ſecundären Gebilde im Allgemeinen.

Die ſecundäre Periode, in welcher wir drei Hauptgruppen, die Trias, §. 6
en Jura und die Kreide, unterſchieden haben, bietet in ihrem geſammten Verhalten eine Menge von Uebergangspunkten dar, wodurch die älteren alözoiſchen Gebilde ſich an die neueren Tertiärformationen anſchließen.

Die Epoche der Trias wiederholt in gewiſſem Sinne die Periode des §. 6
othen Todtliegenden, des Zechſteines und des Vogeſenſandſteines. Auch ier finden ſich mächtige Sandablagerungen, mit Thonſchichten untermiſcht,

als Zeugen lange andauernder Zerstörungen älterer fester Gesteine; auch hier wiederholt sich die Einlagerung eines gleichförmigen Kalkniederschlags zwischen diesen Sandschichten, und es zeigt sich, wenn auch in veränderter Gestalt und vielleicht geringerer Intensität, derselbe Einfluß chemischer Agentien, welche die Bildung von Gypsen, Dolomiten und anderen Einschlüssen dieser Art bedingt haben. Die Sandsteine sind offenbar Erzeugnisse der Zerstörung, Verkleinerung und Wegführung älterer Gesteine, die auf dem Boden des Meeres abgesetzt wurden; davon zeugen die mannichfachen Conglomerate, die in den Sandsteinen selbst eingeschlossenen Kalksteine und größeren Fragmente, die zuweilen von den unmittelbar darunter liegenden Gesteinsschichten herrühren; davon zeugen namentlich auch die fossilen Einschlüsse. Die Sandsteine enthalten sehr häufig Vegetabilien, Holz, fossile Stämme und Pflanzen, deren Standort nothwendig auf festem Lande gesucht werden muß. Der bunte Sandstein enthält fast nur solche vegetabilische Landpetrefacten; der Keuper neben Land- und Seereptilien, neben Meeresschnecken und Muscheln eine bedeutende Menge vegetabilischer Ablagerungen. Alle diese Erscheinungen beweisen mit Bestimmtheit, daß die Sandsteine Resultate gewaltiger, langandauernder Ueberschwemmungen der bestehenden Inseln und Continente waren, deren Trümmer auf mechanische Weise weggespült und im Wasser schwebend erhalten wurden, bis sie sich endlich niederschlugen. Aus demselben Grunde aber darf man auch erwarten, daß eine große Mannichfaltigkeit, nicht nur unter den verschiedenen Schichten, sondern auch in der horizontalen Ausbreitung einer und derselben Schicht sich finden müsse, und dies ist auch in der That der Fall. Nichts ist gewöhnlicher im bunten Sandsteine z. B., als dieselbe Schicht in ihrer Ausbreitung mehrmals in Sand, Mergel, Thon und Conglomerat umsetzen zu sehen.

363. Neben diesen mechanischen Einflüssen, welche zur Zeit der Trias auf den Niederschlag der verschiedenen Schichten gewirkt haben mögen, dürfen indeß die chemischen Actionen nicht vernachlässigt werden, die, wie schon bemerkt, auch hier eine bedeutende Rolle gespielt haben müssen. Die großen Salzlager, welche die Trias überall mit sich führt, verdienen hier vor allen unsere Aufmerksamkeit. Auf den ersten Blick scheinen dieselben eine genügende Erklärung in der Annahme zu finden, daß die Meere, in welchen sich die Trias absetzte, austrockneten und ihren Salzgehalt so auf dem Boden zurückließen, wie etwa jetzt die Salzmeere an den Küsten, namentlich wärmerer Klimate. Diese Ansicht wird um so wahrscheinlicher, als die Pflanzen der Trias, namentlich die baumartigen Farren und araucarienähnlichen Nadelhölzer offenbar auf eine tropische Temperatur hindeuten, welche während der ganzen Dauer dieser Periode sich fort erhielt. Wir haben in unseren Zeiten Beispiele, daß in Gegenden, welche früher offenbar Meeresgrund waren und die auch jetzt noch, obgleich trocken gelegt, unter dem

Meeresſpiegel ſich befinden, daß in ſolchen Gegenden der Salzgehalt des Bodens bedeutend iſt. Der Salzgehalt des Mittelmeeres iſt größer, als der aller anderen Meere, weil die Verdunſtung in ihm bedeutender iſt, als die Zuführung ſüßen Waſſers, und nur die Verbindung mit dem Ocean iſt es, die das Niveau dieſes Binnenmeeres auf ſeiner Höhe erhält. Würde durch irgend eine Hebung des Meeresbodens zwiſchen Gibraltar und der Nordſpitze von Afrika dieſe Verbindung aufgehoben und in gleicher Weiſe der Hellespont zu einer Landenge verwandelt, ſo müßte das Mittelmeer allmählich in ſeinem Niveau ſinken und nach einer Reihe von Jahrtauſenden vielleicht ſtatt eines Salzmeeres eine Depreſſion übrigbleiben, deren Boden durchaus mit Salz geſchwängert wäre.

Wenn aber auch dieſe Anſicht, gerade ihrer Einfachheit wegen, Vieles für ſich haben dürfte, ſo kann dennoch nicht verkannt werden, daß ihre Anwendung auf die Salzlager der Trias die bedeutendſten Schwierigkeiten haben muß. Vor allen Dingen ſteht hier der faſt gänzliche Mangel an Foſſilien im Steinſalze überhaupt und im triaſiſchen insbeſondere entgegen. Ein ausgetrockneter Meeresboden würde eine ungeheure Menge von Petrefacten aller Art enthalten, von denen ſich im triaſiſchen Salze nur ſeltene Spuren zeigen. Dagegen iſt die ſtete Vergeſellſchaftung des Steinſalzes mit Gyps, Anhydrit und Dolomiten ein um ſo beachtungswertheres Phänomen, als dieſe Mineralien in vielen Fällen, wenn nicht überall, als Folgen plutoniſcher Einflüſſe auftreten und die Steinſalz- und Anhydritmaſſen der Trias eben nicht in Schichten, ſondern in ſtockförmigen ungeſchichteten Maſſen auftreten. Ja es ſcheint faſt, als ob die Gegenwart von Steinſalz in der Trias nothwendig die von Anhydrit und Gyps bedinge, und ſomit beide einem und demſelben chemiſchen Proceſſe ihre Anweſenheit verdanken. Welcher Art dieſer Proceß geweſen ſei, ob eine Sublimation von Subſtanzen aus dem Inneren, ob eine einfache Wechſelwirkung zwiſchen Materien, die im Waſſer aufgelöst waren, kann vor der Hand nicht entſchieden werden — ſo viel bleibt jedenfalls gewiß, daß die Salzmaſſen nicht einem einfachen Abdunſten der vorhandenen Meere zugeſchrieben werden können. Unterſtützt werden dieſe Folgerungen noch durch einige Ergebniſſe der Paläontologie. Die Unterſuchung der paläozoiſchen Fiſche thut auf das Ueberzeugendſte dar, daß die nächſten Verwandten der damaligen Bewohner der Meere, die jetzt noch leben, die Knochenhechte, der Bichir, die Sudisarten und Störe nur Bewohner des ſüßen Waſſers, nicht aber der Meere ſind, und ſcheinen ſomit dieſe Fiſche darauf hinzuweiſen, daß der Salzgehalt der Meere in der paläozoiſchen Zeit nicht ſo bedeutend, der Unterſchied zwiſchen ſüßem und geſalzenem Waſſer nicht ſo groß war, als in unſeren Tagen. Die Paläonisken der ſicherlich ungeſalzenen Binnenbecken aus der Kohlenzeit ſtimmen mit denjenigen der Kohlenmeere ſehr nahe überein, und es iſt demnach der eben §.

berührte Schluß wohl gerechtfertigt. Wenn aber dies wirklich der Fall sein sollte, so darf vielleicht angenommen werden, daß erst in der Secundärperiode die Meere ihren Salzgehalt erhielten, und daß die salzige Beschaffenheit unserer jetzigen Meere vielmehr davon herrühre, daß das Wasser Salz von diesen ungeheuren Ablagerungen auflöste, statt daß man die Ablagerung eben der Austrocknung schon früher vorhanden gewesener Salzmeere zuschriebe. Alle diese Ansichten fallen aber mehr oder minder in das Reich der Hypothese, denn wenn auch die angegebenen Verhältnisse zwischen den paläozoischen und lebenden Ganoiden vollkommen richtig und begründet sind, so darf nicht vergessen werden, daß es auch jetzt noch viele Familien und Geschlechter sehr nahe verwandter Fische giebt, von denen die einen im süßen, die anderen im salzigen Wasser leben, und daß die anderen paläozoischen Petrefacten, die Seelilien und Polypen, die Muscheln und Schnecken ihre Verwandten jetzt nur in dem Meere finden.

665. Mit dem Aufhören des Keupers und dem Beginnen der jurassischen Zeit finden wir Verhältnisse, die schon denjenigen der unserigen näher rücken. Die chemischen Einflüsse treten bedeutend zurück; nur an einzelnen Orten entwickeln sie sich mächtiger, aber immer doch nur in beschränkter Ausdehnung. So ist die Dolomitisation einiger Schichten im fränkischen Jura nur eine vereinzelte Erscheinung, und im Ganzen genommen bieten die Jura-Niederschläge das Bild noch jetzt, welches sie unmittelbar nach ihrem Absatze hatten. Mögen auch die Schichten noch so sehr erhoben und zerklüftet sein, wie dies namentlich in dem schweizerischen Jura der Fall ist, stets behalten sie ihre eigenthümliche Beschaffenheit, ihre specifischen Fossilien ꝛc. Nur in der Nähe der Alpen erscheinen die Veränderungen bedeutender; allein hier liegen auch die Quellen, aus denen sie abzuleiten sind, auf flacher Hand.

666. Werfen wir einen Blick auf die Constitution des Jura im Ganzen, so zeigen sich in der Beschaffenheit seiner Niederschläge Verhältnisse, welche durchaus denjenigen gleichen würden, die heute bei plötzlicher Trockenlegung der stillen See zum Vorschein kämen. Betrachtet man in der That den stillen Ocean näher, so stellen sich darin einige unter sich verschiedene Folgen von Verhältnissen des Meeres zum umgebenden Lande dar. Weite Strecken sind von tiefen Wassern bedeckt, in welchen nur weniges Leben herrscht; es fehlen namentlich jene großen Mengen schalentragender Thiere, deren Ueberbleibsel dem mineralischen Niederschlage auf dem Meeresboden sich beigesellen könnten. Zahllose nackte Mollusken und Medusen durchkreuzen freilich diese Hochseestrecken, allein nach ihrem Tode bleibt keine Spur ihres Daseins. Das Senkblei bringt, wenn es den Grund erreicht, einen äußerst feinen, leichten

Schlamm herauf. Dieſen Untiefen der Hochſee gegenüber ſtehen die Saalbänder des Oceans, die Ufer des Feſtlandes, wo in geringer Tiefe zahlloſe Mollusken, Cruſtaceen und Strahlthiere aller Art hauſen, bald in Bänken vereinigt, bald geſellſchaftlich zuſammenlebend, dort wieder über weite Strecken einzeln zertheilt. Dieſes üppige Leben der Ufer nimmt ſchnell ab, je mehr der Grund ſich unter die Oberfläche ſenkt und eine Tiefe von 100 Metern genügt, um demſelben ein faſt vollſtändiges Ziel zu ſetzen. Die Bewohner dieſer Küſtenſtriche wechſeln außerordentlich je nach Beſchaffenheit des Grundes, auf welchem ſie zu leben gezwungen ſind. An ſeichten Ufern, wo geringe Strömungen nur und kaum merkbare oder wenig ungeſtüme Fluth und Ebbe ſich finden, hauſen beſonders zweiſchalige Mollusken, tief im Schlamme eingegraben, aus welchem nur die Athemröhren hervorſchauen; -röhrentragende Anneliden, mannichfache Gaſteropoden mit zarten, dünnen Gehäuſen. Auf mehr oder minder feinem Kieſelſande wohnen mehr Seeigel, ſchwärmende Muſcheln und Schnecken, irrende Anneliden und Cruſtaceen. Auf ſteinigem Felsboden endlich ſiedeln ſich diejenigen Muſcheln an, welche ganze Bänke bilden, wie die Auſtern, Steckmuſcheln und ihre Verwandten, und die Bänke dieſer Thiere geben einen reichlichen Zufluchtsort für zahlreiche Geſchlechter aller Arten von Meeresbewohnern.

Verhältniſſe dieſer Art, wo die Fauna deſſelben Meeres je nach dem §. 667
Grund und Boden des Ufers wechſelt, laſſen ſich auch in den Meeren unſerer Zone leicht nachweiſen, und in dem Jura ſind ſie in großer Vollſtändigkeit beobachtet worden; was aber den Tropengegenden eigenthümlich iſt und was die Jura-Meere mit den Tropengegenden gemein haben, das ſind die zahlreichen Korallenriffe und Polypenbänke, die ſich längs den Inſeln namentlich faſt aller Orten hinziehen, und deren eigenthümliche Zuſammenſetzung ſchon ſo oft die Aufmerkſamkeit der reiſenden Naturforſcher in Anſpruch nahm.

Es iſt jetzt eine feſtſtehende Thatſache, daß wahre Korallenriffe ſich nie §. 668
unter einer Tiefe von 200 Fuß zeigen und daß diejenigen Korallen, welche man aus größerer Tiefe fiſcht, Geſchlechtern angehören, welche keine zuſammenhängende Maſſen, keine Riffe, ſondern nur vereinzelte Stöcke bilden. Ebenſo ſterben die Polypen, welche die Korallenriffe bilden, ſogleich ab, wenn ſie die freie Luft berühren, und deshalb bleiben die Korallenriffe überall einige Fuß unter dem gewöhnlichen Waſſerſtande der tiefen Ebbe. Dagegen iſt es durchaus nicht nöthig, daß die Korallen ſich in ſtillen, unbewegten Meeresgegenden anbauen; einige Arten von Steinkorallen bauen ſich im Gegentheile vorzugsweiſe in den heftigſten Strömungen und Brandungen an. Die Korallenriffe der Südſee, ob ſie nun ſogenannte Atolle

bilden, d. h. cirkelförmige oder ovale Riffe, in deren Innerem tiefes Waſſer ſich findet, oder ob ſie als Bänke um Inſeln ſich darſtellen, ſchließen deshalb nie vollkommen das Meer aus ihrem Inneren ab; es findet ſich im Gegentheile auch da, wo Inſeln umſchloſſen ſind, ſtets ein tiefer Kanal mit Meerwaſſer erfüllt zwiſchen dem Riffe und der Inſel. In dieſen inneren umſchloſſenen Räumen erreicht das thieriſche Leben den höchſten Grad der Ausbildung, und zahlreiche Kanäle, Riffe und Vertiefungen zwiſchen dem Korallenriffe erhalten beſtändig die Communication dieſer inneren, ſtillen, vom Riffe umſchloſſenen Räume mit der hohen See.

§. 669. Die foſſilen Korallenriffe des Jura zeigen ſich durchaus in ähnlichen Verhältniſſen, wie diejenigen der Südſee. An einigen Orten, wie namentlich im ſchweizeriſchen Jura, bilden ſie mehr oder minder ringförmige Atolls, in deren Mitte man meiſt feine Schlammdepôts als Zeichen größerer Ruhe im Inneren findet; zahlreiche Muſcheln und Schnecken, kleine, freie Korallen, zahlreiche Seeigel mit dünnen Schalen finden ſich im Inneren dieſer von großen Steinkorallen umgebenen Räume. Alle dieſe Thiere, Polypen, Korallen und Seelilien ſtehen ſenkrecht auf den Flächen der unterliegenden Schichten und zeigen ſomit, daß ſie noch jetzt den Platz behaupten, welchen ſie früher einnahmen. Dieſe juraſſiſchen Atolls bilden meiſt mehr oder minder große, hügelförmige Erhöhungen, an deren Fuße ſich Breccien und Lumachellenkalke befinden, aus einer Menge zerbrochener und zerriebener Foſſilien gebildet, ganz ſo, wie wenn ſie von heftigen Strömungen an den Fuß des Riffes geführt und von den Brandungen dort zerſchellt worden wären. — An anderen Orten, wie namentlich in dem deutſchen und franzöſiſchen Jura, wo die foſſilen Korallenriffe ſich an die Ufer anlehnten, welche von den älteren Ablagerungen der Trias gebildet waren, zeigen ſie die Form langer, bandförmiger Ausdehnungen, ganz ſo wie noch jetzt die Riffe längs der größeren Inſeln und Landſtrecken der Südſee.

§. 670. Die foſſilen Korallenbänke bieten indeß für das Studium ihrer Zuſammenſetzung gewiſſe Verhältniſſe dar, welche durch die Anweſenheit des Meeres über den lebenden Korallen nicht leicht erforſchbar ſind. Ich meine die verticale Zuſammenſetzung der Korallenriffe. In der That ſcheint dieſe, nach den genauen Unterſuchungen des Berner und Solothurner Jura's, eine conſtante Norm zu haben. Die Riffe ſelbſt ruhen meiſt auf kieſeligen, ſandigen Kalkſteinen, die mit Sand- und Sandmergelſchichten wechſeln. In den unterſten Schichten der Korallenbänke ſelbſt finden ſich viele ſchwammige, incruſtirende, ſteinige oder ſelbſt Lederkorallen mit einer Menge von Muſcheln und Schnecken, die gewöhnlich in den Uferbildungen auf ſandigem Grunde gefunden werden. Auf dieſe folgen dann platte Steinkorallen mit

Auſtern, Seelilien und Seeigeln in den Zwiſchenräumen und endlich auf dieſen die hügelartig bauenden Aſträen und Anthophylleen, mit welchen ſich die ganze Bildung ſchließt. Die Mächtigkeit dieſer Korallenbänke iſt meiſt wenig bedeutend; ſie erreicht ſelten mehr als 10 bis 20 Meter.

Die ganze Bildung der Korallenbänke deutet demnach darauf hin, daß §. 671
ſie in geringer Tiefe auf ſandigem oder halbſteinigem Grunde in den Jura-Meeren ſich angebaut hatten und auch dort Atolls und Riffe bildeten, welche noch jetzt am Platze ſich finden. Es ergänzen und entſprechen ſich ſo die Forſchungen aus der jetzigen Zeit wechſelſeitig mit denen der Geologen, und es liefert dieſe Unterſuchung einen neuen Beweis, daß auch in den Jura-Meeren jener häufige Wechſel von Hebung und Senkung, jene allmähliche Vertiefung unter den Meeresſpiegel ſtattgefunden habe, die wir ſchon früher bei den paläozoiſchen Gebilden nachwieſen. Die Korallenriffe des Jura ſind meiſt nur 20, höchſtens 40 bis 50 Fuß im Ganzen dick; ſie können alſo auch nicht auf tieferen Gründen gebildet ſein, denn die oberſten Korallen halten ſich meiſt nur einen bis zwei Fuß unter dem Meeresſpiegel, und tiefer als 200 Fuß baut ſich keine Riffkoralle an. Die foſſilen Jurariffe ſind auch meiſt an der Oberfläche der einzelnen Terrainabtheilungen gelegen; allein nichts deſto weniger finden wir die Korallenbänke des unteren Oolithes von dem ganzen oberen Jura, diejenigen des Coral-rag von den oft tauſend Fuß mächtigen Schichten des Portlandes überdeckt. Offenbar können die Bänke ſich nicht in dieſer Tiefe gebildet haben; — ſie müſſen demnach allmählich oder plötzlich verſenkt worden ſein, um einer ſucceſſiven Aufeinanderlagerung von ſo mächtigen Schichten Raum zu geben; zumal da dieſe oberen Schichten durch ihre gleichmäßige, feinkörnige Zuſammenſetzung und den Mangel an Foſſilien meiſt ihren Urſprung als Hochſeeabſatz beurkunden.

Man hat beobachtet, daß die Korallenriffe, welche ſich im deutſchen, §. 672
ſchweizeriſchen und franzöſiſchen Jura finden (ſiehe die Karte Fig. 182), einen weiten Halbkreis vorſtellen, in deſſen Inneren man keine Kreide findet, und man hat daraus geſchloſſen, daß dieſe Riffe den Andrang und das Einfluthen des Kreidemeeres hätten verhindern müſſen. Die bisher angeführten Thatſachen beweiſen, daß dieſe Anſichten durchaus unhaltbar ſind und mit der Beobachtung im Widerſpruche ſtehen, indem ein Korallenriff, wenn es auch längs eines Ufers ſich hinzieht, doch nie, unter keinen Umſtänden, das Eindringen des Meeres bis zum Feſtlande oder in das Innere eines Atolls abhält; vielmehr kann die Exiſtenz eines Riffes, nach unſeren jetzigen Beobachtungen, nicht anders gedacht werden, als auf beiden Seiten von Meer umgeben und durchaus unter dem Spiegel des Meeres. Ein

Korallenriff für sich hätte demnach niemals dies Eindringen des Kreidemeeres abgehalten — was dieſe abhielt, war die Erhebung der geſammten Juraſchichten, die nun Feſtland bildeten — Erhebung, welcher die Korallenriffe ebenfalls gehorchten, die aber nicht mit ihrer Eigenſchaft als Korallenriffe zuſammenhing.

673. Der Einfluß der kleinſten Organismen, Polythalamien und Infuſorien auf den Bau der Erdſchichten tritt nirgends ſtärker hervor, als gerade in der Kreideperiode, und es erliegt keinem Zweifel, daß der meiſte Kalk und der meiſte Kieſel, welcher ſich in dieſen Ablagerungen findet, erſt durch Thiere fixirt worden ſei. Man hat ſich mit der Anſicht getragen, daß dieſe beiden Stoffe wirklich von den Thieren erzeugt worden ſeien. Unſeren bisherigen Kenntniſſen nach kann aber der Organismus kein chemiſches Element erzeugen; er kann daſſelbe nur von der Außenwelt aufnehmen und zum Aufbau der organiſchen Form verwenden. In dieſem Sinne iſt auch der Ausſpruch zu nehmen, daß die Kreide einzig das Erzeugniß mikroſkopiſcher Thierchen ſei; es haben dieſe Thiere den im Waſſer aufgelöſten Kalk, die darin befindliche Kieſelerde an ſich gezogen, zur Bereitung ihrer Schalen verwendet, und dieſe Schalen ſind es jetzt, welche die Ablagerungen zuſammenſetzen.

674. Bei unſeren heutigen Kenntniſſen über das mikroſkopiſche Leben kann es nicht mehr in Verwunderung ſetzen, wenn man behauptet, daß mehre hundert Fuß mächtige Ablagerungen von Thieren gebildet ſind, die ſo klein ſind, daß Milliarden von ihren Leichen dazu gehören, um einen einzigen Cubikfuß Kreide zuſammenzuſetzen; wir wiſſen, wie ungeheuer groß die Reproductionsfähigkeit dieſer Thiere iſt, und ihre Vermehrung in den Gewäſſern des Feſtlandes und dem Meere beweiſen zur Genüge, daß ſolche Anhäufungen durchaus nicht unmöglich ſind. Jedenfalls aber beweist dieſe Zuſammenſetzung der Kreide aus Foraminiferen, daß dieſe reine Meeresbildung ſei, da man Thiere dieſer Art noch nicht im ſüßen Waſſer gefunden hat.

III. Die tertiären Bildungen.

9. Eigentliche Tertiärgebilde.
10. Diluvialperiode.
11. Erratiſche Erſcheinungen.

9. Die Tertiärgebilde.

ıation tertiaire; Groupe supracrétacé; Molaſſengebirge; Tertiary rocks.)

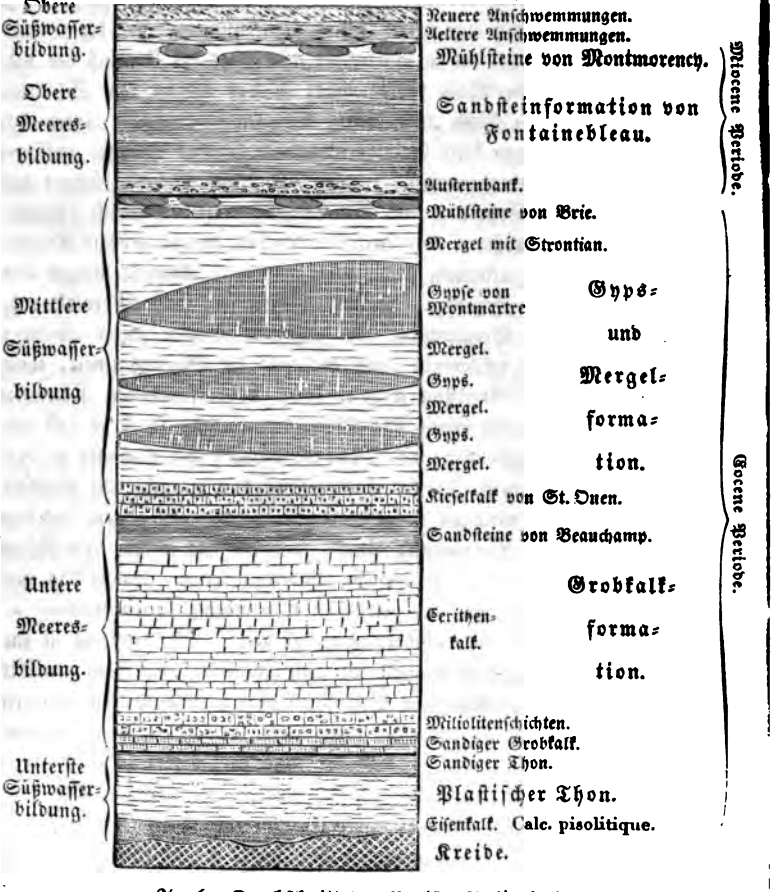
ie über der Kreide gelegenen Gebilde bieten in noch weit höherem §. 67
als jene Formation, vereinzelte Becken dar, die nur ſelten in größeren
:n zuſammenhängen und deren Zuſammenſtellung je nach der Gleich-
it ihrer Ablagerung um ſo ſchwieriger wird, als der Einfluß der Kli-
ich in bedeutendem Maße fühlen läßt, ſo daß die in den Schichten
)loſſenen, foſſilen Reſte nur wenig Vergleichungspunkte unter ſich
:n. Zugleich zeigen dieſe Gebilde ungemein häufige Wechſel zwiſchen
ıſſer und Meerablagerungen, welche auf öftere Schwankungen des
s und ſucceſſive Erhebung und Erniedrigung derſelben Stelle ſchließen
Faſt in allen größeren oder kleineren Becken, welche größere Reihen-
dieſer Schichten enthalten, findet man mehrfache Abwechſelungen und
nander greifende Schichten, die bald Süßwaſſer, bald Meeresbewoh-
ıſchließen. Die Vergleichung der einzelnen Becken unter einander
ıdurch noch mehr erſchwert; denn während die Meeresfaunen, ihrer
n, horizontalen Erſtreckung wegen, ſelbſt in verſchiedenen Klimaten
ıanche Anhaltspunkte durch ihre Bewohner bieten, ſo iſt es faſt un-
), gleichzeitige Süßwaſſer- und Meeresbildungen mit einander zu ver-
ı. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß manche mit einander
ıſtellende Becken durchaus umgekehrte Schichtenwechſel zeigen, daß das
it dem Meere in Verbindung ſtand, während das andere von ſüßem
: erfüllt war, und daß oft dieſelbe Bodenbewegung, welche das eine
vom Meere abſchnitt, das andere in Verbindung damit brachte; —
ınen ſolche Verhältniſſe ahnen, aber ihre genaue Beſtimmung iſt zur
)ch unmöglich. Es iſt deshalb in dem Folgenden der Weg gewählt
:, einige der ausgezeichnetſten Bildungen in den bekannteſten Ländern
:ographiſcher Ordnung zu beſchreiben (alle zu erwähnen, wäre unthun-
ıd ſpäter anzugeben, in welcher Art man ſie bis jetzt zu claſſificiren
te. Man kann die große Gruppe der hier zu betrachtenden Schichten
i Hauptabtheilungen bringen; — eigentliche Tertiärgebilde und Dilu-
ilde, die weniger aus regelmäßigen Schichten, als vielmehr aus mehr
inder unregelmäßigen Schuttanhäufungen beſtehen.

Tertiärgebilde in Frankreich.

76. Das Pariſer Tertiärbecken (Fig. 315), von allen wohl dasjenige, was am genaueſten gekannt iſt, zeigt hauptſächlich eine große Entwickelung von kalkigen Geſteinen, die eine bedeutende Mächtigkeit erreichen. Ueber ſeine Ausdehnung ſiehe die Karte Fig. 35 Seite 100.

Unmittelbar auf der Kreide und mit dieſer in ſo innigem Zuſammenhange der Erſtreckung, daß einige Geologen ihn noch zu der Kreide haben zählen wollen, zeigt ſich an mehren Orten ein gelblicher, eiſenhaltiger Knotenkalk, der zuweilen in grüne und ſelbſt weiße Sandſteine übergeht und

Fig. 315.



Idealer Durchſchnitt des Pariſer Tertiärbeckens.

hie und da auch vegetabiliſche Eindrücke enthält. Man hat ihn mit dem Namen des Eiſenkalkes (Calcaire pisolitique) belegt.

Ueber dieſem Eiſenkalke findet ſich der plaſtiſche Thon (Argile pla- §. 67
ſtique) meiſt aus weißen, rothen oder grauen Thonen in ſeinen unteren Lagern zuſammengeſetzt. Zuweilen zeigen ſich auch ſtatt dieſer Schichten Bänke von Puddingen und Rollſteinen, die auf Koſten der unterliegenden Kreide und ihrer Feuerſteine gebildet ſind oder auch gelber und grauer Sand mit Braunkohlenablagerungen, bei welchen ſich zuweilen alaunhaltige Eiſenkieſe finden. Der plaſtiſche Thon enthält neben einer Menge von Süßwaſſerſchnecken auch die erſten foſſilen Knochen von Säugethieren und Schildkröten, und darf demnach unbedingt als eine Süßwaſſerbildung betrachtet werden. In ſeinen oberen Schichten indeß, die meiſt ſandiger werden und eine ſchwärzliche Farbe annehmen, findet man auch einige zerſtreute Meerespetrefacten, die allmählich nach oben an Menge zunehmen.

Dem plaſtiſchen Thone folgt die Grobkalkformation (Calcaire §. 67
grossier), die offenbar dem Meere angehört und eine ungemein große Menge von Foſſilien enthält. Die Formation beginnt mit einem grünlichen Kieſelſande, der nur wenig mächtig iſt und eine geringe Verbreitung beſitzt. Ueber dieſem Sande erſt zeigt ſich der eigentliche Grobkalk, der unten meiſt grün gefärbt, zerreiblich und zum Bauen unbrauchbar iſt, während ſeine mittleren und oberen Schichten jenen vortrefflichen feſten und dennoch leicht zu bearbeitenden Quaderſtein geben, aus dem ganz Paris erbaut iſt. Die oberen Bänke des Grobkalkes werden meiſt compacter und wechſeln öfter mit Mergeln ab, die zuweilen Zähne von Lophiodon, Pflanzenreſte und einige Süßwaſſermuſcheln enthalten, während ſonſt die überwiegende Mehrzahl der Foſſilien dem Meere angehört.

Ueber dem eigentlichen Grobkalke finden ſich weiße oder grünliche, glim- §. 67
merloſe Sandſteine, welche öfter Kalkknoten enthalten und mit dem Grobkalke eine Unzahl von Verſteinerungen theilen. Man nennt dieſe Schichten von den Steinbrüchen, wo ſie ſich hauptſächlich zeigen, Sandſteine von Beauchamp.

Dieſen Sandſteinen folgt der Kieſelkalk von St. Ouen (Calcaire siliceux de St. Ouen), offenbar eine Süßwaſſerbildung, zuſammengeſetzt aus zahlreichen Wechſellagern von dolomitiſchen Mergeln mit Kieſelnieren und zerſtreuten Kieſelmaſſen, weißen, compacten Kalkſteinen, grünlichen Sandlagern mit vielen Süßwaſſermuſcheln, Sumpfpflanzen, Charakörnern und Säugethierknochen, namentlich von Anoplotherien und Paläotherien.

Gypshaltige Mergel, die ebenfalls dem ſüßen Waſſer ihren Ur- §. 68
ſprung verdanken, folgen über dem Kieſelkalke. Die Mergel ſind gelb oder grünlich und der Gyps in Form von zwei oder drei großen, linſenartigen Scheiben darin abgelagert, die bis zu 20 Meter Mächtigkeit und 120 Kilo-

meter Durchmesser haben. In diesen Gypsmergeln, die namentlich bei Montmartre bedeutend entwickelt sind, zeigen sich jene zahlreichen Säugethierknochen, deren Bestimmung den Ausgangspunkt einer rationellen Paläontologie bildete. Fast kein Block wird aus dem Gypse von Montmartre gebrochen, der nicht Knochen enthielte; — meist aber isolirt und zerstreut, nur selten finden sich ganze Skelette.

Die letzte Schicht der Grobkalkformation wird von grünen gyps- und strontianhaltigen Mergeln gebildet, die zuweilen ungemein große Massen eines blasigen Kieselsteines enthalten, der zu Mühlsteinen benutzt wird und nicht mit den eigentlichen Mühlsteinen, die weit höher in der Schichtenreihe vorkommen, verwechselt werden dürfen. Diese Mühlsteine, welche sich in den oberen Gypsmergeln finden, tragen den Namen der Mühlsteine von Brie.

681. Die obere Abtheilung der Pariser Tertiärschichten wird von zwei sehr ausgezeichneten Formationen gebildet, deren unterste unter dem Namen des Sandsteines von Fontainebleau bezeichnet wird. An der Basis dieser Sandsteine findet sich eine dünne Bank von sandigen, gelben oder grünen Thonen, welche eine große Menge von Austern enthalten. Auf diese folgen nun meist durchaus weiße Sandschichten, die nur wenig Glimmer enthalten und zuweilen in Feuersteinpuddinge, eisenschüssige Sandsteine oder knauerhaltige Sandschichten übergehen, in denen man verkieselte Baumstämme und Eindrücke von fossilen Pflanzen gefunden hat. Die harten, glänzenden, feinkörnigen Sandsteine, die namentlich in Paris als Pflastersteine benutzt und sämmtlich im Walde von Fontainebleau gebrochen werden, sind locale Verdichtungen dieser vorherrschenden, lockeren Sandschichten, in welchen vielerlei Petrefacten die Meeresbildung deutlich erkennen lassen.

682. Die Mühlsteine von Montmorency, eine reine Süßwasserbildung, schließen die Reihe der Pariser Tertiärgebilde. Die ganze Ablagerung besteht aus rothen, eisenschüssigen, sandigen Thonen und Mergeln, die viel Quarzkörner und große Concretionen eines blasigen, kalkhaltigen Kieselsteines enthalten, welche letztere als Mühlsteine ausgebeutet werden. Im Süden des Beckens werden diese Thone mit Kieselnieren durch compacte, röhrige Süßwasserkalke ersetzt, die oft mit weißen oder seltener grünen Mergeln wechseln, in welchen man ebenfalls Andeutungen von Kieselconcretionen findet. Fetzen dieser Bildung, welche man den Kalkstein von Beauce nennt, finden sich hie und da auf der Oberfläche des Tertiärbeckens zerstreut, ohne merklichen Zusammenhang und in sehr abwechselnder Gestalt, indem bald mehr Sand, bald Kiesel, Kalk oder Thon in ihrer Zusammensetzung vorherrscht, was hauptsächlich von localen Einflüssen bei der Bildung abhängig war.

charakteriſtiſche Foſſilien des Pariſer Tertiärbeckens werden aufge- §. 683.

Im plaſtiſchen Thone.

ites echinatus.	Melania inquinata.
	Melanopsis buccinoidea.
bellovacina.	
	Palaeocyon primaevus.
ı cuneiformis.	Viverra gigantea.
	Anthracotherium.
um variabile.	Lophiodon.

Im Grobkalk. §. 684.

olia elliptica.	Cerithium giganteum, Fig. 324.,
crenulata.	cristatum, acutum, papale, la-
lites plana.	pidum.
es trigonula.	
ina opposita. Fig. 321.	Turritella imbricataria.
ılina communis. Fig. 322.	Pleurotoma filosa.
ılites laevigata, planulata.	Voluta harpa, spinosa.
flabellula.	Neritina conoidea.
	Cyrena Gravesii.
m porulosum.	Conus deperditus.
culus pulvinatus.	Fusus Noae.
saxorum.	Nautilus Lamarckii.
cardia planicosta, imbricata.	Otodus apiculatus.
ella tumida.	Lamna elegans.
	Dentex Faujasii.
ea elegans.	

Im Gypſe und den Gypsmergeln. §. 685.

nomya convexis.	Palaeotherium magnum, Fig. 335.,
	medium, crassum, minus.
bis rotundata.	Anoplotherium commune, Fig. 336.
ıea longiscata.	Xiphodon gracile.
toma mumia.	Dichobune (Anoplotherium) lepo-
	rinum, marinum.
ıerium parisiense.	Chaeropotamus parisiensis.
on parisiensis.	Didelphys Cuvieri.
parisiensis.	Lophiodon isselense, medium.

Im Sandſtein von Fontainebleau. §. 686.

longirostris, cyathula.	Cytherea incrassata.

Corbula striata.
Trochus cyclostoma.

Pectunculus terebratularis, angusticostatus.
Cerithium plicatum, trochleare.
Natica labellata.

§. 687. In den Mühlſteinſchichten von Montmorency.

Chara medicaginula.
Nymphaea Arethusae.
Cyclostoma elegans.
Helix Moroguesi.
Planorbis cornu, Prevostinus.
Lymnaea cylindrica, cornea.
Cerithium Lamarckii.

§. 688. Die Faluns der Touraine bilden eine Menge kleiner, hie und da zerſtreuter Fetzen, welche Ueberreſte eines großen, einzigen Beckens geweſen zu ſein ſcheinen. Die vorherrſchenden Geſteinsarten ſind Mergel, mergeliger Sand mit Quarzkörnern und abgenutzten, gerollten Foſſilien, welche meiſt auf Lagern von Conglomeraten und Geröllen ruhen. An den oberen Ufern der Loire ſind dieſe Meeresſchichten durch graugelbe Mergel erſetzt, welche durch Verwitterung der benachbarten, kryſtalliniſchen Geſteine des Centralplateau's der Auvergne entſtanden zu ſein ſcheinen und zahlreiche Arten von Süßwaſſerſchnecken enthalten, die mit Säugethierknochen gemiſcht ſind, welche durchaus mit denen der Meeresbildungen identiſch ſind.

§. 689. Zu den bemerkenswertheſten Foſſilien der Faluns gehören:

Retepora cellulosa.
Dendrophyllia irregularis.
Corbula carinata.
Venus clathrata.
Cardium echinatum.
Pectunculus glycimeris.
Arca diluvii.
Natica olla.
Cerithium tricinctum.
Fusus rostratus.
Cypraea lyncoides, affinis.
Murex turonensis.
Conus Mercati.
Manatus fossilis.
Dinotherium giganteum, Fig. 332 u. 333.
Rhinocerus incisivus, minutus.
Mastodon angustidens.
Hyaenodon brachyrhynchus.
Hippotherium.

§. 690. An dem nördlichen Fuße der Pyrenäen findet ſich gegen Weſten hin ein bedeutendes Tertiärbecken, das eine dreieckige Geſtalt zeigt. Die eine Seite dieſes Beckens wird von dem Ufer des Biskayiſchen Golfes bis zur Mündung der Gironde, die zweite von dem nördlichen Rande der Pyrenäen, die dritte von den Südabhängen des granitiſchen Centralkernes von Frankreich und ſeines ſecundären Gürtels gebildet.

Als unterſte Schicht kennt man in dieſem Becken den Grobkalk von Bordeaux, der zuweilen ſandig iſt, mit Quarzgeröllen gemiſcht, bald feſt und bauwürdig erſcheint. An anderen Orten geht dieſer Kalkſtein in mergeligen Kalk mit Thongallen und ſelbſt in reine, gelbe oder röthliche Mergel über. Man findet dieſe Schichten nur ſtückweiſe hie und da in tiefen Thal-

einſchnitten, ſie laſſen ſich aber überall durch dieſelben Foſſilien, welche dem Pariſer Grobkalk ähnlich ſind, und namentlich durch eine Unzahl Milioliten wiedererkennen.

Auf dieſem Grobkalke ruhen Süßwaſſerſandſteine (Molasse d'eau douce) von ſehr wechſelnder Beſchaffenheit, die indeß meiſt ein kalkiges Cäment zeigen, und dadurch der Molaſſe in petrographiſcher Hinſicht ſehr ähnlich ſind. Oft findet man Puddinge, aus Rollſteinen der Pyrenäen oder der granitiſchen Geſteine im Norden des Beckens gebildet; an anderen Stellen gelbliche, ſandige Mergel mit Eiſennieren und Thongallen; dort wieder feſte Sandſteine, die man zum Pflaſtern benutzen kann, und zuweilen eingeſtreute Bänke von Braunkohlen. In den meiſten dieſer Schichten hat man Knochen von Paläotherien, Schildkröten und Crocodilen gefunden. §. 69

Ueber dieſer Süßwaſſermolaſſe finden ſich weiße, erdige, zuweilen compacte Kalkſteine (Calcaire de l'Agénais), die nach oben bituminös und bläulich werden. Oft enthalten dieſe Kalke kieſelige Maſſen, ſchieferige Zwiſchenſchichten, Mergel, Thone und Bohnerze. Zahlreiche Knochen von Säugethieren der mannichfachſten Art finden ſich in dieſen Süßwaſſerkalken zerſtreut; das Lager von Sanſans im Gersdepartemente gehört denſelben an. §. 69

Die Faluns von Bordeaux, welche über dieſen Süßwaſſerkalken liegen, beſtehen aus kieſeligen Thonſandſteinen, die zuweilen kalkig werden und eine ungemeine Maſſe von Foſſilien enthalten, welche alle auf eine Meeresformation ſchließen laſſen. Die Fauna dieſer Faluns ſtimmt, wie es ſcheint, in vielen Punkten mit derjenigen der Schweizermolaſſe überein, und muß vielleicht mit dieſer eher der Subappenninenformation, als der miocenen Periode, wie man bis jetzt gethan, paralleliſirt werden. §. 69

Ueber den Faluns endlich finden ſich gewaltige, unklar geſchichtete Bänke von Geröllen, die einen Kalkkitt haben, von gelben, kreidigen Kalkſteinen, weißlichen Sandſchichten mit Quarzgeröllen, abwechſelnd mit gelben, eiſennierenhaltigen Thonen und Sandlagern. Die unfruchtbare Ebene des Landes iſt beſonders von dieſen loſen Sandgeröllen gebildet.

In dem Grobkalke von Bordeaux ſind unter den ſehr zahlreichen, foſſilen Reſten beſonders hervorzuheben: §. 69

Orbitolites plana.	Natica patula.
Spatangus Grignonensis.	Trochus agglutinans.
Asterias laevis.	Cerithium giganteum, Fig. 324.,
Crassatella tumida.	lapidum.
Lucina gigantea.	Terebellum convolutum.
Pectunculus pulvinatus.	Conus deperditus.
Ostrea flabellula.	

In den Faluns von Bordeaux: §. 69

Lycophrys lenticularis.	Astraea Guettardi.

Corbula striata.
Lucina columbella.
Cardium Burdigalinum.
Arca diluvii.
Ostrea virginica.
Natica glaucina.
Trochus patulus.
Turritella terebralis.
Cerithium cinctum, plicatum.
Fasciolaria Burdigalensis.
Pyrula rusticula.
Buccinum baccatum.
Oliva plicaria.

696. In dem berühmten Knochenlager von Sanſans im Gersdepartement hat ſich eine große Menge von Säugethierknochen gefunden, nach denen die dort begrabene Fauna derjenigen der Molaſſe ziemlich nahe kommt und vielleicht mit derſelben identificirt werden dürfte.

Pithecus fossilis. Fig. 349.
Mastodon tapiroides, angustidens.
Dinotherium giganteum. Fig. 332 u. 333.
Rhinoceros incisivus (Acerotherium incisivum).
Lophiodon.
Moschus.
Cervus.
Antilope.
Macrotherium giganteum.
Amphicyon major.

Unter den darin vorgefundenen Süßwaſſerſchnecken ſind beſonders zu nennen:

Bulimus laevo-longus, mumia.
Helix lapicidites, nemoralites, Lartetii.
Lymnea Ore-longo, stagnalis, longiscata, acuminata.
Cyclostoma elegantilites.
Planorbis vortex.

697. Auf der Oſtſeite des nördlichen Pyrenäenabhanges werden die Ebenen des Languedoc, der Provence und zum Theil die von Burgund von einem ähnlichen Tertiärbecken gebildet, wie das auf der Weſtſeite geſchilderte iſt.

Die unterſten Schichten dieſes Beckens werden von groben Sandbänken, rothen oder gelben Mergeln mit Kalkknoten, grauen mergeligen Kalkſteinen, bituminöſen Thonſchiefern in bunter Abwechſelung gebildet, zwiſchen welchen Lager von Braunkohlen eingeſchoben ſind, die an vielen Orten bauwürdig erſcheinen und bald gute, glänzend brechende Kohlen, bald ſchieferige, erdige Maſſen zeigen. Ueber den Braunkohlen finden ſich meiſt blätterige Mergelmaſſen von allen Farben, die mit Sand- und Kalklagern abwechſeln. In allen dieſen Braunkohlenſchichten (Terrains à lignites) finden ſich Süßwaſſermuſcheln in großer Menge, mit Schildkröten- und Crocodilknochen; — ein Beweis, daß ſie einer Meeresbildung angehören.

698. Ueber den Braunkohlenſchichten finden ſich dicke, compacte Kalkſchichten von grauer oder gelber Farbe, die zuweilen mergelig oder oolithiſch werden und an einigen Orten auch in Conglomerate und Puddinge übergehen, welche gelbe und rothe Gerölle enthalten und als Marmor benutzt werden. Zuweilen finden ſich auch Kieſelkalke und Mergelſchiefer, Macigno's und grobe

Sandſteine, und endlich als letztes Glied dieſer Süßwaſſerkalke mächtige Schichten von Thon- und Kalkſchiefern, die bei Aix namentlich durch ihren Reichthum an foſſilen Reſten bekannt ſind. Man hat darin Vogelknochen und Federn, Schildkröten, viele Süßwaſſerfiſche und Cruſtaceen, Süßwaſſermuſcheln, Palmenblätter, Tannenzapfen und vor allen eine ungemein große Menge von Inſecten (mehr als 150 Arten) gefunden, deren Beſtimmung aber leider nur eine ſehr zweifelhafte iſt, da trotz der guten Erhaltung dieſer Abdrücke von Aix gerade die bei Beſtimmung der Inſecten hauptſächlich in Betracht kommenden Theile, wie Fühlhörner, Freßwerkzeuge und Beine, nicht gehörig ſichtbar ſind.

In der Umgegend von Montpellier, in den Departementen des Gard §. 699
und des Hérault findet ſich über dieſen Süßwaſſerkalken ein eigenthümliches Syſtem meiſt kalkiger Schichten, welche Meeresmuſcheln und Säugethierknochen enthalten und unter dem Namen des Calcaire Moëllon bekannt ſind. Meiſt erſcheinen an der Baſis dieſer Kalkſchichten in unmittelbarer Auflagerung auf dem Süßwaſſerkalke blaue, oft chloritiſche Mergel, mit Sandſchichten übermengt. Der Moëllonkalk ſelbſt iſt ein grobkörniger, blaſiger Kalk voll Höhlen und leeren Zwiſchenräumen, der wie eine aus Muſchel- und Polypenfragmenten zuſammengebackene Breccie ſich darſtellt, oft Gerölle und Conglomerate enthält und hie und da in verhärtete Mergel- und Sandſchichten übergeht. Es finden ſich ſehr häufige Foſſilien, aber nur ſelten ſchön erhalten, darin; die häufigſten ſind: Cerithium plicatum, margaritaceum; Ostrea virginica, undata; Pecten benedictus, laticostatus; Perna maxillata; Arca diluvii; Palaeotherium; Lophiodon.

An den Rhonemündungen findet ſich ſtatt des Moëllonkalkes eine Ablagerung weicher, ſehr feinkörniger, gelblicher Kalkſteine, welche dieſelben Foſſilien beſitzen und ebenfalls auf blauen Mergeln ruhen. Weiter nach Nordoſten hin zeigen ſich bläuliche oder röthliche Sandſteine, mergelige Kalke, zuweilen auch bläuliche Molaſſenſandſteine, alle mit reichlichen Foſſilien.

Als oberſte Schichten endlich erſcheinen bei Montpellier gelbe Sand- §. 70(
ſchichten mit Meeresmuſcheln und Säugethierknochen, oder Süßwaſſerkalke von geringer Conſiſtenz; bei Perpignan ſandige Mergel mit vielen Foſſilien; bei Marſeille ſchieferige Mergel mit Pflanzenabdrücken und Kalktuffe mit Süßwaſſerſchnecken. Unter den Meeresmuſcheln von Perpignan zeichnen ſich namentlich aus: Cyprina islandicoidea; Cardium hians; Pectunculus glycimeris; Pinna nobilis; Turbo rugosus; Turritella vermicularis; Cerithium varicosum; Ranella marginata; Rostellaria pes pelecani; Buccinum semistriatum; Terebra duplicata.

In der Umgebung des granitiſchen Centralkernes von Frankreich finden §. 70
ſich einige kleine Tertiärbecken, welche die Thäler der Auvergne ausfüllen. Das größte derſelben tritt in dem durch den Zuſammenfluß der Loire und

des Allier gebildeten Winkel auf, in welchem auch Clermont, die Ha ſtadt der Auvergne, liegt. Die unterſten Schichten dieſes Beckens we von rothen Mergeln gebildet, die zuweilen mit compacten, weißen Kall nen abwechſeln und in der Mitte des Beckens ſehr mächtig werden, t rend an den Rändern die Kalkſteine überhand nehmen und ſandig wer In den oberen Schichten dieſer Bänke finden ſich namentlich gelbliche, l mentariſche Kalkſteine, harte Sandſteine, körniger Gyps mit vielen Sä thierknochen und Süßwaſſermuſcheln. Die Schalen der kleinen Kr welche Cypris genannt werden, bilden oft förmliche Schichten. Unter foſſilen Muſcheln zeichnen ſich beſonders aus: Paludina Dubuissonii, vernensis; Limnaea cornea; Planorbis rotundatus; Helix Ramo Cocquii; Cyrena depressa; — unter den Säugethieren: Mustela sictis; Viverra antiqua; Hyaenodon leptorhynchus; Anthracothei magnum, velaunum; Oplotherium; neun Arten von Hirſchen (Cerv Talpa antiqua; Erinaceus arvernensis; Steneofiber.

§. 702. Ueber dieſen größeren Becken finden ſich hie und da zerſtreut Flecken neueren Schichtenbildungen, meiſt aus vulcaniſchen Tuffen und Bim nen zuſammengebacken, worin viele noch unbeſtimmte Fiſch-, Inſecten- Pflanzenreſte vorkommen, und die eine wahre Fundgrube für Säuget neuerer Formationen geworden ſind. Man hat hauptſächlich bis jetzt t folgende Thiere gefunden: Ursus arvernensis; Lutra arvernensis; l (Steneodon) (Ursus) cultridens, arvernensis, brevirostris etc.; Ca Hyaena arvernensis; Elephas primigenius, Fig. 338; Mastodon ai stidens; Rhinoceros elatus; Tapirus arvernensis; Cervus 15 Spe Hystrix cristata; Equus; Hippopotamus; Antilope; Capra; Bos; stor etc. Dem ganzen Verhalten dieſer Säugethierfauna nach muß nach dieſe Bildung den Knochenhöhlen und dem Diluvium paralleliſirt wer

Tertiärgebilde in England.

§. 703. Das Londoner Tertiärbecken (Fig. 316) hat eine bedeu Ausdehnung, indem es die ganze ſüdliche Hälfte der Weſtküſte Engl von der Themſe bis zum Waſh einnimmt, und der Themſe entlang weit in das Land hineinſtreckt. Auf der Südküſte findet ſich eine geolo durchaus gleiche, anſehnliche Ablagerung der Inſel Wight gegenüber, l Zuſammenhang mit dem Londoner Becken ſelbſt durch die inſelartige U bung der Wealdgebilde und der Kreide unterbrochen iſt.

Die Schichtenfolge im Londoner Becken iſt äußerſt einfach. Den den der Mulde füllt eine ſandige Kiesmaſſe mit Conglomeraten durch nige Schichten zuſammengebacken und vereinigt, die man ſeltſamer A mit dem Pariſer plaſtiſchen Thone verglichen hat, obgleich ſie ganz dieſ

Fig. 316.

Geognoſtiſche Karte von England.

1	2	3	4	5	6
Kryſtalliniſche Geſteine.	Cambriſch und Silurisch.	Devoniſch.	Kohlenform.	Vermiſch.	Trias.

7	8	9	10	11
Jura.	Wealdform.	Kreide.	Tertiär.	Alluvion.

Fossilien, wie der übrige Londonthon, enthalten, und mithin nur durch mehr sandige und kieselige Beschaffenheit sich von diesem unterscheidet.

704. Ueber diesen Schichten liegen mächtige Lager von bläuem oder schwarzgrauem Thon, öfters gesprenkelt mit grauer Erde, weißem Sande und hie und da durch Lager von ovalen oder unregelmäßigen Massen mergeligen Kalksteines verunreinigt, die Septarien genannt werden. Zuweilen häuft sich die Kalkmasse, welche die Septarien bildet, so bedeutend an, daß sie vollständige Schichten darstellt. Die Insel Sheppey an der Themsemündung ist der klassische Ort für den Londonthon. Die Wellen haben dort die Ufer dergestalt unterminirt, daß diese senkrechte, mehre hundert Fuß hohe Riffe und Abstürze bilden, in welchen man die Schichtenfolgen schön beobachten kann. Eine ungeheure Menge von fossilen Früchten, Blumen, Blättern und Stämmen, von Fischen, Crustaceen, Schildkröten, Reptilien, selbst Vögeln und Säugethieren ꝛc. findet sich in diesen Thonschichten der Insel Sheppy, und zum Theil in wunderbarer Erhaltung. Die fossilen Muscheln des Londonthones stimmen meist mit denjenigen des Pariser Grobkalkes überein.

705. In seinen oberen Schichten geht der Londonthon allmählich in einen kieseligen Sand, mit dünnen Mergellagern gemischt, über, der nur wenig Fossilien enthält, die aber im Allgemeinen mit denen des unterliegenden Thones übereinstimmen. Der Bagshot-Sand, wie man diese Schichten genannt hat, kann demnach nicht als besonderes Glied aufgefaßt werden, sondern nur als eine Modification derselben Ablagerung, die unten mehr thonig, oben mehr sandig ist.

706. In dem südlichen Theile des Londonthones, auf der Insel Wight und an der Küste von Hampshire, finden sich mächtige Lager von Süßwassergebilden, die mit Meeresschichten abwechseln und meistens aus grünlichen Mergeln, Kalken und Sandlagern bestehen. Man hat darin Zähne von den Säugethieren aus dem Pariser Gypse, Fische, Säugethiere und viele Muscheln gefunden, die im Allgemeinen mit denen des Pariser Gypses übereinstimmen.

Das Londoner Becken unterscheidet sich demnach hauptsächlich von dem Pariser Tertiärbecken durch seine große Einförmigkeit und die thonige Beschaffenheit seiner Schichten, die nur zuweilen mit Sand und Kalk abwechseln, während in dem Pariser Becken der Kalk gerade das vorherrschende Element ist. Im Londoner Becken sind ebenso die Meeresbildungen überwiegend und die Süßwasserformation durchaus zurückgedrängt, während im Pariser Becken beide einander fast die Waage halten.

Zu den charakteriſtiſchen Verſteinerungen des Londoner Beckens ge- §. 71
hören:

Nipadites elegans.	Limnaea longiscata.
Hightea fusiformis.	Turritella imbricataria.
Pterophiloides Richardsoni.	Fusus asper.
Cupanoides inflatus.	Murex tubifer.
Tricarpellites communis.	Rostellaria lucida.
Cucumites variabilis.	Voluta luctator.
Faboidea ovata.	Ancillaria subulata.
Wetherellia variabilis.	Lamna Hopei. Fig. 327.
	Myliobates toliapicus, punctatus.
Sanguinolaria compressa.	Fig. 328.
	Sciaenurus Bowerbanki.
Pectunculus scalaris.	
Paludina lenta.	Hyracotherium.

In den Grafſchaften Norfolk und Suffolk auf der Oſtküſte von Eng- §. 70
land finden ſich einige Ablagerungen von Tertiärformationen, welche offenbar weit jünger ſind, als die Bildungen des Londonbeckes ſelbſt, und die man meiſt mit den jüngſten Bildungen des Continentes zuſammengeſtellt hat. In dieſer Formation, welche mit dem Namen des Crag belegt wurde, kann man füglich drei Abtheilungen unterſcheiden.

Der Corallen-Crag (Coralline-Crag), meiſt aus grünlichen oder gelblichen Mergeln mit zuſammenhängenden Kieſellagern beſtehend, abwechſelnd mit Sand- und untergeordneten Kalkbänken. Eine reiche Fauna von foſſilen Meeresbewohnern, namentlich Schnecken und Muſcheln, findet ſich in dieſem Corallen-Crag nebſt einigen Polypen, die aber keine Corallenbänke bilden. Die Fauna iſt durchaus eigenthümlich, vielleicht einigermaßen an die der Faluns in der Touraine ſich anſchließend, aber inſofern ſehr verſchieden, als ſie einen mehr nordiſchen Charakter bietet.

Ueber dieſen Schichten finden ſich rothe, eiſenhaltige Mergel, oft mit §. 709
ockerigen Knoten vermiſcht, rothe und braune Sandſchichten, zuweilen in's Weiße übergehend, die eine ähnliche Fauna enthalten, aber offenbar ſpäteren Urſprungs ſind und mit dem Namen des rothen Crags (Red-Crag) bezeichnet werden.

Eine dritte Stufe wird von unregelmäßigen Lagern von Sand, Schie- §. 710
fern, Lehm und Blätterthon zuſammengeſetzt, die zuweilen auch feuerſteinartige Schiefer, Kiesbänke und kleine Kalklager enthalten; viele Meerſchnecken und Muſcheln zeigen ſich darin gemiſcht mit Süßwaſſerbewohnern, mit Säugethier-, Reptilien- und Fiſchknochen, und die ganze Schichtenfolge dieſes neueren Norwich-Crags läßt deutlich auf eine ſeichte, ſandige Mee-

resbucht schließen, in welche eine große Menge süßen Wassers sich ergoß, so daß in dem Brackwasser die solchen Becken eigenthümliche, gemischte Fauna lebte, einerseits mit Seefischen und anderen Seebewohnern, anderntheils mit Landthieren vermischt, deren Leichen durch die Flüsse in das Seebecken geschafft wurden.

Tertiärgebilde in der Schweiz.

§. 711. Der ganze weite Raum zwischen den Alpen einerseits und dem Jura andererseits ist von einer gewaltigen Ablagerung sandiger Conglomeratschichten erfüllt, welche man jetzt allgemein unter dem Namen der Molasse bezeichnet. Das Hauptgestein dieser Molasse besteht aus einem mehr oder minder harten, grünlich-grauen, feinkörnigen Sandsteine, dessen Schichtung meist nur durch untergeordnete Bänke von Thon, Mergel, Muschelsandstein bemerklich wird. Die Mächtigkeit der Schichten ist oft ungeheuer; man kennt Orte, wo in einer verticalen Linie von einigen hundert Fußen Höhe keine Absonderungsflächen sich zeigen. Das Bindemittel des grünen Kieselsandes ist meist kalkig, zuweilen fehlt ein solches, und es finden sich dann einfache Sandschichten. An einzelnen Stellen zeigen sich Stinkkalke, untergeordnete Lager von Braunkohlen in verschiedenen Höhen, die aber nur selten ausgebeutet werden können; die oberen Schichten enthalten zuweilen äußerst petrefactenreiche Bänke, die man mit dem Namen Muschelsandstein belegt hat. In solcher Weise, bald mehr, bald minder fest, wenig wechselnd im Ganzen, ziehen sich die Molassen durch die ganze Schweiz fort, vom Boden- bis zum Genfer See.

§. 712. In den oberen Lagern wird die Molasse meist durch eine eigenthümliche Felsart ersetzt, die Nagelflue oder Gompholith. Es sind dies mächtige, oft zu mehren tausend Fußen anwachsende Schichten sehr variabeler Conglomerate von Erbsengröße bis zu den größten Blöcken, die abgerundet sind und alle Charaktere ächter Rollsteine bei sich tragen. Diese Nagelfluen sind meist durch ein kalkiges Bindemittel oder auch durch Molasse zu sehr festen Puddingen zusammengebacken, oft so fest, daß sie zu Mühlsteinen benutzt werden können. Eine merkwürdige Erscheinung, die man bis jetzt nur in den Rollsteinen, welche die Nagelflue zusammensetzen, und auch hier ausschließlich nur an den Kalksteinen kennt, die in großer Menge vorkommen, ist folgende. Die meisten dieser Kalkgeschiebe, wenn nicht gar alle, haben Eindrücke, die oft so tief sind, daß bei kleineren Stücken die Höhlungen beider Seiten kaum durch eine dünne Zwischenwand getrennt scheinen. In eine jede solche Vertiefung paßt das entsprechende Stück eines daneben liegenden Geschiebes, so daß man offenbar den Abdruck dieses Rollstückes darin erkennt. Welche die Ursache dieser Eindrücke sei, ist noch nicht er-

mittelt, ſo viel iſt ſicher, daß dieſelben ſehr häufig ſind, keiner Drehung zugeſchrieben werden können, da die Eindrücke genau auf den Stempel paſſen und nicht kreisrund ſind, und endlich, daß dieſelben wohl ſchwerlich einer verſchiedenen Härte zugeſchrieben werden dürfen, da faſt alle Rollſteine dieſer Conglomerate aus demſelben Kalke beſtehen, und dennoch zuweilen daſſelbe Stück, welches in einigen ſeiner Nachbarn Eindrücke bewirkt hat, an anderen Stellen wieder Eindrücke erhalten hat. Alle bis jetzt beobachteten Erſcheinungen deuten darauf hin, daß dieſe Eindrücke erſt nach der Ablagerung der Rollſteine, welche die Nagelflue bilden, bewirkt worden ſind. Auf welche Weiſe dies geſchah, iſt freilich noch nicht erforſcht. Die Nagelfluebänke wechſeln meiſt mit röthlichen Thonen und Mergeln ab, in welchen man dieſelben Muſcheln und dieſelben Säugethierzähne findet, wie in der eigentlichen Molaſſe; ſo daß über das Zuſammengehören dieſer Bildungen kein Zweifel ſein kann.

Das Innere der Jurathäler iſt bis in eine gewiſſe Höhe ebenfalls von §. 71
Molaſſe ausgefüllt, die aber meiſt nur in Form grünen Sandes oder Sandſteines, höchſt ſelten nur als Conglomerat ſich darſtellt. Man hat an vielen Stellen in dieſer Molaſſe Süßwaſſerbildungen, beſonders Süßwaſſerkalk, bemerkt, der meiſt in den oberſten Lagern vorkommt und deshalb für eine jüngere Bildung gehalten wurde, obgleich ſeine ganze Ablagerung und jeweilige Einmiſchung zwiſchen die Molaſſeſchichten zeigen, daß er durchaus gleichzeitig mit dieſer entſtanden iſt.

Die Stellung der Molaſſe und Nagelflue im Verhältniß zu den geolo- §. 71
giſchen Formationen überhaupt hat manche Discuſſion erregt, deren Entſcheidung beſonders um deswillen noch ferne liegt, weil eine genaue Vergleichung der Petrefacten und namentlich der Muſcheln mit anderen Gegenden noch nicht erfolgt iſt. Früher, wo man überhaupt den Gebilden in den Alpen ein größeres Alter zuzuſchreiben geneigt war, ſah man die Molaſſe wenigſtens für Keuperſandſtein an, und dieſe Meinung wurde noch beſtärkt durch die eigenthümlichen Verhältniſſe der Molaſſe und Nagelflue in der Nähe der Alpen. Statt daß nämlich die Schichten derſelben ſo aufgerichtet wären, daß die Erhebung nach dem Inneren der Alpenkette ſchaute und die Schichten nach außen hin abfielen, ſo findet gerade das Gegentheil Statt. Alle die gewaltigen Molaſſe- und Nagelflue-Erhebungen, von welchen der Rigi eines der bekannteſten Beiſpiele bietet, zeigen die ſteilen Wände ihrer zerriſſenen Schichten gegen die Ebene hin, und ihre Schichten fallen ſo gegen die Alpen hin ein, als ſchöſſen ſie unter die Kalklager, welche dieſe umgeben, und die offenbar zur Kreide- und Juragruppe gehören. Dieſe exceptionellen Lagerungsverhältniſſe müßten demnach der Molaſſe nothwendig ein größeres Alter als die Juraſchichten anweiſen; — ſie erſcheinen aber erklärlich durch Annahme einer gewaltigen Spalte, welche längs der Alpen

hinläuft und in welche die Molasseschichten hinabstürzten, als die Alpen sich erhoben.

715. In unserer Zeit ist, durch die Lagerung in den Juraketten sowohl, als auch durch die Petrefacten, die Stellung der Molasse bei den Tertiärgebilden entschieden; nur herrscht noch immer Zweifel, ob sie mehr den oberen Bildungen, der sogenannten Subapenninenformation, oder aber den Tegelbildungen und dem sogenannten Miocen zu parallelisiren sei. Ehe eine genaue, vergleichende Untersuchung der Petrefacten dieser verschiedenen Gebilde kritisch durchgeführt ist, wird es unmöglich sein, diesen Streit zu entscheiden; es ist indeß mehr als wahrscheinlich, daß der Grund der verschiedenen Meinungen weit weniger in den Verhältnissen der Molasse selbst, als vielmehr in der mangelhaften Classificirung der übrigen Gebilde beruht, indem die bisherige Eintheilung der Tertiärgebilde in eocene, miocene und pliocene Gebilde offenbar mehr und mehr unzureichend muß befunden werden. Wie dem auch sei, soviel erscheint jetzt gewiß, daß die Molasse in ihrem gesammten Verhalten weit mehr Aehnlichkeit mit der Subapenninenformation besitzt, als mit irgend einem anderen Gebilde.

716. Unter den besonders bezeichnenden Versteinerungen der Schweizer Molasse können wir nur Wirbelthiere, besonders Fisch- und Säugethierreste hier anführen, indem die Mollusken namentlich noch genauerer Bestimmung harren, und die bis jetzt denselben gegebenen Namen großentheils falsch und unrichtig sind.

Zygobates Studeri.
Notidanus primigenius. Fig. 325.
Carcharodon megalodon. Fig. 326.
Oxyrhina hastalis.
Lamna cuspidata, contortidens.
Ischyodon helveticus.
Trachyaspis Lardyi (Schildkröte).
Crocodilus plenidens (Plerodon crocodiloides).
Mastodon angustidens, turicensis.
Rhinoceros incisivus, minutus, Goldfussi.
Palaeotherium Schinzii.
Microtherium Renggeri.
Palaeomeryx Scheuchzeri.
Cervus lunatus.
Chalicomys Jaegeri, minutus.
Dinotherium giganteum. Fig. 332 u. 333.
Halianassa Studeri.

Tertiärgebilde in Deutschland.

Es sind dieselben in einzelnen Fetzen überall über den deutschen Boden verbreitet, und größeren Zusammenhang bemerkt man erst in der norddeutschen Ebene, wo freilich die Erforschung um so schwieriger ist, als ungemein mächtige Lager älterer und neuerer Anschwemmungen die tieferen Tertiärlager verdecken.

Zu den älteſten tertiären Ablagerungen Deutſchlands gehören braune, ſchüſſige Sandſteine, die faſt aller Orten in Mecklenburg unter den ällen und Torflagern anſtehen, und deren umhergeſtreute Bruchſtücke r dem Namen »Sternberger Kuchen« bekannt ſind. Sie ver- en ſich bis in die Mark Brandenburg und enthalten eine große Anzahl Foſſilien, die meiſt mit denen des Londonthones übereinſtimmen.

Das mittelrheiniſche Tertiärbecken (Fig. 317) in der Nähe §. 718

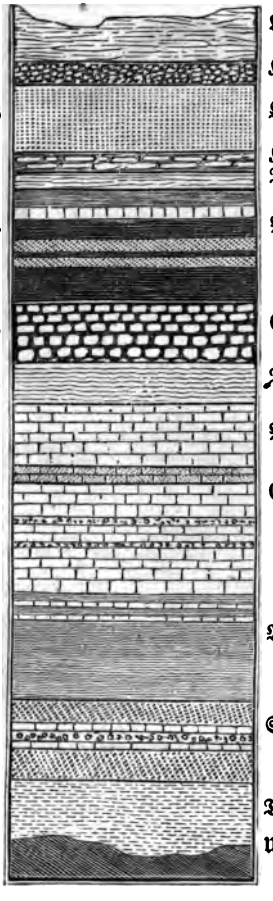
Fig. 317.

Karte des Mainzer Tertiärbeckens.

1	2	3	4	5	6
unter ndſtein.	Unterer Tertiärſand.	Blauer Mergelthon.	Oberer Kalk.	Oberer Knochenſand.	Aeltere An- ſchwemmung. Löß.

von Mainz erfüllt den Winkel zwiſchen Rhein und Nahe auf dem li
Rheinufer und dehnt ſich im Süden an die Ausläufer der Vogeſen
Der Boden des Beckens ſcheint durchaus von den muldenförmigen Sc
ten des bunten Sandſteines gebildet zu werden, welcher längs der weſtli
Grenze des Beckens ſich hinzieht und auch auf der öſtlichen Grenze, 1
am Rheinufer, nördlich von Oppenheim auf einer ſehr beſchränkten E
hervortritt. (Fig. 318.)

Fig. 318.



Idealer Durchſchnitt des Mainzer Tertiärbeckens.

Die links beigeſetzten arabiſchen Ziffern beziehen ſich auf den Durchſchnitt Fig. 319, die rechts ſtehenden römiſchen Ziffern auf die in der Karte Fig. 317 angewandten Bezeichnungen.

Die Baſis des Beckens ſcheint von einem plaſtiſchen Thone gebildet zu werden, den man bis jetzt noch nirgends aufgeſchloſſen gefunden, ſondern nur durch Brunnen erreicht hat. Man hat dieſen Töpferthon mit dem plaſtiſchen Thone von Paris identificiren wollen, aber mit Unrecht.

Die tiefſte zu Tage gehende Geſteinsart iſt ein mehr oder minder feinkörniger Sand, der viele, meiſt noch unbeſtimmte Muſcheln und Fiſchreſte, ſowie Knochen eines Cetaceums enthält, deſſen genauere Beſtimmung und Einreihung trotz der vielen Namen, die es ſchon erhalten, noch ſehr unſicher iſt. Bänke von Geröllen, Conglomeraten und Sandkalken wechſeln mit dieſem Sande ab, der nur längs des Weſtrandes des Beckens in unmittelbarer Auflagerung auf den bunten Sandſteinen und vulcaniſchen Eruptionen des Pfälzer Kohlenbeckens aufruht. Auch ſcheint dieſer Sand nur ein Zerſtörungsproduct der benachbarten maſſigen Geſteine zu ſein, da ſich in ihm eine Menge Fragmente und Körner von Porphyr, Quarz und Melaphyr finden, welche Felsarten den benachbarten Gebirgen angehören. §. 719.

Ueber dieſem unteren Tertiärſande befindet ſich ein plaſtiſcher Thon, der oft mehr oder minder mergelig wird, namentlich nach oben hin, und dort auch zuweilen Bänke von Kalkſteinen oder Sandmergeln enthält. Je weiter nach oben die Formation ſich entwickelt, deſto mehr nehmen die Kalkbänke zu; es finden ſich nun zuerſt compacte Kalkſteine von gelber oder röthlicher Farbe, mit leicht welligem oder ſchaligem Bruche, der oft in erdigen Kalkſtein übergeht. Zwiſchen dieſen compacten Kalk ſchieben ſich hie und da Kalktuffe nnd Oolithe ein. Zahlreiche Foſſilien, worunter namentlich Cyprina islandicoides; Cerithium margaritaceum, plicatum; Cytherea laevigata; Donax incompleta etc. erfüllen die Schichten. §. 720.

Die oberen Reihen dieſes Kalkſteines werden von ſandigen, erdigen Geſteinen gebildet, und zwar liegt zuerſt auf dem compacten Kalk eine Lage von ſandigem Kalk, in welchem erdiger Mergelkalk und endlich thonige und kalkige Mergel ſich finden, worin Littorinen, Lucinen, Neriten, Cyprinen, Paludinen und Helixarten vorkommen.

Die Kalkbildung wird gekrönt von conglomerirten Schichten kalkiger Fragmente, welche nur wenig Foſſilien enthalten.

Ueber dem bröcklichen Kalke kommt eine ſehr variable Folge thoniger und kalkiger Mergel mit Zwiſchenlagern von Kalk vor, welche meiſt die Oberfläche des Beckens bilden und durch den glücklichen Wechſel in der Bodenzuſammenſetzung, den ſie hervorrufen, großentheils die große Fruchtbarkeit Rheinheſſens bedingen. §. 721.

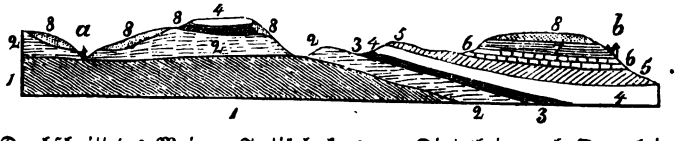
Die Reihe der Kalkformationen iſt mit dieſen Gebilden geſchloſſen: in ihnen finden ſich die Knochenlager von Weißenau und Hochheim, wo das Becken ſich noch in einer geringen Erſtreckung auf das rechte Rheinufer hinzieht. Die ganze Bildung ſcheint, den foſſilen Muſcheln und ſonſtigen

Thierreſten nach zu ſchließen, in einem Meeresbecken erfolgt zu ſein, das mehr die Natur von Brackwaſſer zeigte und in deſſen Grenzen überall Süßwaſſer einfloß, ſo daß im ganzen Umkreiſe des Beckens Süßwaſſer und Meeresmuſcheln mit einander gemiſcht ſind.

§. 722. An einigen Orten finden ſich über dem Meereskalke kleine Fetzen ſandiger Ablagerungen, deren Korn von oben nach unten an Feinheit abnimmt und deren unterſte, unmittelbar auf dem Meereskalke liegende Schicht von einem kurzen, bläulichen Töpferthone mit Süßwaſſermuſcheln gebildet wird. Auf dieſem Thone liegen nun mächtige Gerölle, oft durch einen kalkigen Kitt zu Conglomeraten vereinigt, oft loſe, mit einer großen Anzahl von Ueberreſten foſſiler Säugethiere, deren vereinzelte, zerbrochene Knochen und Zähne offenbar ſo liegen, wie ſie ein mächtiger Strom aus der Ferne her angeſchwemmt und abgeſetzt haben würde. Die Reſte, welche in dieſem oberen Knochenſande gefunden werden, gehören hauptſächlich dem Dinotherium Rhinoceros, Mastodon etc. an. Sie unterſcheiden ſich nur inſofern von den unterliegenden Kalken, als in ihnen viele größere Thiere, wenigſtens in einzelnen Bruchſtücken, vorkommen — mit dem Löß haben ſie auch nicht eine Species gemein. Je weiter nach oben man in die Schichten dieſes Knochenſandes dringt, der namentlich bei Oppenheim und Eppelsheim in kleinen Mulden abgelagert iſt, deſto feiner wird das Korn ſeiner Gerölle, deſto ſeltener aber auch die Reſte größerer Thiere, während ſich dann Knochen von Nagern, Inſectenfreſſern und kleinen Raubthieren finden.

Längs der Ränder des Beckens ziehen ſich Bedeckungen jener eigenthümlichen feinen, ſandig kalkigen Schlammerde hin, die am Rheine unter dem Namen Löß bekannt iſt und die wir ſpäter im Zuſammenhange betrachten werden.

Fig. 319.



Durchſchnitt des Mainzer Tertiärbeckens von Dintesheim nach Oppenheim.

a. Dintesheim. *b.* Oppenheim.

1. Blauer Mergelthon. 2. Compacter Meereskalk. 3. Sandiger Meereskalk. 4. Compacter mergeliger Kalk. 5. Thonmergel. 6. Bröcklicher Meereskalk. 7. Thonmergel. 8. Knochenführender Sand.

§. 723. Das Mainzer Tertiärbecken zeichnet ſich an einigen Orten durch ſeinen Wirbelthierreichthum aus, und namentlich Weißenau iſt in dieſer Beziehung eine ausgezeichnete Localität. Die Knochen kommen meiſt vereinzelt vor

und gehören kleineren Thieren an; unter größeren Dickhäutern kennt man bis jetzt nur einige Arten von Rhinoceros, beſonders Rh. incisivus und Schleiermacheri. Außerdem giebt es dort Mikrotherium, mehre Arten von Paläomeryx, Spitzmäuſe, Stinkthiere, Marder und Amphicyon, Mäuſe, Schildkröten, und zwar Flußſchildkröten, eine große Zahl von Crocodilen, kleinen Eidechſen, Fröſchen, Salamandern, Schlangen, Vögeln und Fiſchen, die noch näherer Beſtimmung harren.

In dem Knochenſande von Eppelsheim wurde im Jahre 1836 ein koloſſaler Schädel von Dinotherium giganteum gefunden, und weitere Nachgrabungen in der dortigen knochenführenden Sandformation, welche nahe an 50 Fuß Mächtigkeit hat, verſprechen noch ſchöne Reſultate für die Paläontologie. §. 724.

Eine ähnliche Ablagerung, wie die von Mainz, findet ſich in Baiern in der Gegend von Georgensgmünd, wo ein ziemlich iſolirter Kalkhügel der Reſt eines großen Tertiärbeckens zu ſein ſcheint, welches ſich früher über ganz Mittelbaiern erſtreckte und von dem hie und da noch einzelne Punkte übrig geblieben ſind. Die Knochen von Georgensgmünd gehören hauptſächlich zu Mastodon angustidens, Dinotherium, Hyotherium, Rhinoceros incisivus, Palaeotherium aurelianense, verſchieden von den im Pariſer Gypſe vorkommenden Paläotherien. §. 725.

Die ganze Wetterau vom Fuße des Vogelsberges an iſt von einer tertiären Ablagerung erfüllt, als deren bedeutſamſte Schicht ein Braunkohlenlager vortritt, das ſich ohne Unterbrechung durch dieſes fruchtbare Land zieht. Oben und unten ſind dieſe Braunkohlen in ſehr plaſtiſche Töpferthone eingeſchloſſen. Auch in der Gegend von Eppelsheim wurden Braunkohlen gefunden, und die ganze Formation ſetzt ſich durch das Rheinthal hinab fort bis zur Oſtſee, auf deren Grunde anſehnliche Braunkohlenlager befindlich ſcheinen, deren Product zum Theil der Bernſtein iſt. Dieſe Braunkohlenablagerungen ſind oft, ſtatt von Thon und Letten, auch von Sandſteinen begleitet, und zeigen ſo in ihrem petrographiſchen Verhalten viel Aehnlichkeit mit den Steinkohlen, die ebenfalls von Sand und geſchieferten Thonen begleitet ſind. Sie ſtehen, wie es ſcheint, größtentheils mit den Schiefern von Oeningen auf gleicher Altersſtufe, und ſind meiſt von Dikotyledonen und Coniferen gebildet. §. 726.

Die Gegend von Wien bildet eine durch das Leithagebirge abgeſchnittene Bucht, die mit den weiten Tertiärſchichten zuſammenhängt, welche die ungariſchen und niederſteiriſchen Gegenden erfüllen und namentlich in den Flußgebieten der Drau und der Donau die größte Verbreitung zeigen. §. 727.

Als unterſte Schicht kennt man in dem Wiener Becken einen weißen Kieſelſand, der nirgends zu Tage geht und den nur die Bohrverſuche zu arteſiſchen Brunnen entdecken ließen. Ueber dieſem Sande liegen

etwa 300 Fuß mächtige Schichten von blauen Mergeln, deren Fossilien zwar nur wenig bekannt sind, aber doch im Ganzen mit denjenigen des Londonthones übereinzustimmen scheinen. Es folgen darauf nach oben gelbe Sandschichten mit einigem kalkigen Grand, etwa 120 Fuß mächtig und dann 40 Fuß eines überaus petrefactenreichen, blauen Mergels, den man mit dem provinziellen Namen des Tegels belegt und als eine der charakteristischesten Formationen der mittleren Tertiärgebilde ansieht. Viele Fossilien des Tegels scheinen identisch mit den Petrefacten von Bordeaux

§. 728. Ueber dem Tegel lagert eine etwa 350 Fuß mächtige Kalkformation, deren aufgerichtete Schichten zu beiden Seiten die Gehänge des Leithagebirges bilden und deshalb mit dem Namen Leithakalk bezeichnet werden. Die unteren Lager dieses Leithakalkes enthalten zuweilen Braunkohlen und sind meist Kalkconglomerate und Breccien, oder auch molassenartige Sandsteine mit kalkigem Kitte, während die oberen Schichten einen compacten Korallenkalk mit vielen Meeresversteinerungen und einigen Säugethierknochen darstellen, welche besonders dem Dinotherium und anderen Thieren der mittleren Tertiärperiode angehören. An einzelnen Stellen findet sich der Leithakalk überdeckt mit 100 — 140 Fuß mächtigen Bänken eines harten, blasigen, lichten Kalksteines, der viele Süßwassermuscheln enthält. Meist indeß ist der Leithakalk unmittelbar überdeckt mit Sand- und Kiesschichten, die untergeordnete concretionirte oder oolithische Kalksteine enthalten, und Mastodon-, Dinotherium-, Anthrakotherium-Reste ꝛc. eingeschlossen haben. Als oberste Schicht endlich findet sich ein feiner sandiger Lehm, der Löß, mit Landschnecken und Elephantenknochen; — seine Dicke beträgt etwa 60 Fuß.

Die Tertiärgebilde von Wien, die man meist unter dem Namen der Tegelgebilde begreift, schließen sich nördlich an die galizischen, polnischen, volhynischen und russischen Tertiärgebilde an, welche, in mineralogischer Folge wechselnd, ähnliche Verhältnisse der Fossilien darbieten.

§. 729. Das tertiäre Süßwasserbecken von Oeningen ist fast nur aus zweien Steinbrüchen gekannt, welche anderthalb Stunden von dem genannten Orte bei dem Dorfe Wangen liegen. Die unterste jetzt aufgeschlossene Schicht des Beckens besteht aus indigoblauem, kurzem Mergel, über welchem anderthalb Fuß röthlicher Sandstein lagert, der mit unzähligen Limneen erfüllt ist. Darüber kommt schieferiger Kalkstein in zolldicken Lagern vor, der besonders Säugethiere, Schildkröten, Fische und Süßwassermuscheln enthält. Nach oben folgt jetzt weiter eine Schicht mit Helix, Planorbis und großen, wohlerhaltenen Schildkröten in bedeutender Menge und hierauf ein von den Arbeitern Krottenschüsseli-Schicht genanntes Lager von Süßwassermuscheln, deren Steinkerne meist nur übrig sind. Darüber eine Schicht etwas mehr als einen Zoll dick, von leicht spaltbaren Kalkschiefern, in

ine große Menge von Fiſchabdrücken enthalten. Sie wird die Aalſchicht enannt. Dann mehre Schichten mit vielen vegetabiliſchen Reſten, Blät-ern, Blüthen und Gräſern, ihrer Aehnlichkeit mit gedruckter Indienne egen Kattunſchichten benannt. Nach oben finden ſich in dieſen Schichten eſonders Hölzer und über den Dendriten zwei dünne Lager mit vielen gut rhaltenen Fiſchen. Auf den Fiſchen ruhen ſtarke Lager, bis 2½ Fuß mäch-ig im Ganzen, von compactem, ſchieferigem Kalkſteine, in welchem einzig ene bekannten Skelette von Rieſenſalamandern ſich finden, die Scheuchzer ür verſteinerte Menſchenknochen anſprach. Darauf erdige, bröckliche Schich-en mit undeutlichen Pflanzen- und Inſectenabdrücken, die aber nach oben on einer nur drei Linien dicken Schicht begrenzt werden, die ſehr wohler-altene Inſectenreſte enthält. Dann ein ſehr ſchöner, fein ſpaltbarer Kalk-chiefer mit Fiſchabdrücken und über dieſem fünf Fuß ſogenannten Mollen-teines, der feſt, compact, gelblich-grau und ziemlich thonig iſt. Auf die-em Mollenſteine liegt blaulicher Mergel, über welchem unmittelbar die Dammerde ſich hinzieht.

Die in den Oeninger Stinkkalken begrabene Fauna und Flora zeigt ſich §. 730.
ei flüchtigem Ueberblicke im Allgemeinen mit derjenigen, die jetzt in der Umgegend herrſcht, übereinſtimmend, obgleich alle Arten ſpecifiſch verſchie-en ſind; — indeß zeigen ſich doch manche bemerkenswerthe Unterſchiede. So fehlt unter den Fiſchen die Familie der Forellen und Lachſe durchaus, während faſt dieſelbe Zahl von Grundeln, Bärſchen, Hechten, Karpfen und Weißfiſchen in den Oeninger Kalken gefunden werden, wie jetzt in dem be-achbarten Bodenſee. Unter den Reptilien zeichnet ſich ein rieſiger Sa-amander aus, deſſen Analogon bis jetzt nur in Japan gefunden und eſſen Skelett früher für ein menſchliches Skelett gehalten wurde; unter den Säugethieren hat ſich namentlich ein faſt vollſtändiges Skelett einer Hundeart gefunden, die dem Fuchſe ſehr nahe zu ſtehen ſcheint.

In dem nordweſtlichen Deutſchland, Heſſen, Weſtphalen und Hanno- §. 731.
ver, erſcheinen fleckenweiſe Ablagerungen von eiſenhaltigen Sandmergeln, Sandſtein, hellgrauen Kalkmergeln, welche vielleicht zu den neueſten Ter-tiärgebilden gehören, da ihre Muſcheln, die dem Meere inwohnten, meiſt mit den ſogenannten pliocenen Formationen übereinkommen ſollen.

Tertiärgebilde in Italien.

Der Monte-Bolca bei Verona iſt eine der berühmteſten Localitäten §. 732.
wegen der ungemein großen Menge foſſiler Fiſche, welche ſich in den Kalk-ſchiefern des dortigen Höhenzuges finden. Mannichfaltige Durchbrüche von Trapp- und Baſaltgeſteinen haben dieſe Schichten, die unmittelbar auf ju-raſſiſchen Geſteinen zu ruhen ſcheinen, zerworfen und ihre urſprüngliche An-

lagerung gestört. Der Kalkstein, in welchem sich die fossilen Meerfische mit fossilen Landpflanzen gemischt finden, ist schieferig, mergelig, von gelblicher Farbe, und wird jetzt hauptsächlich seiner Fossilien wegen ausgebeutet, die in die untere Tertiärreihe zu gehören scheinen.

§. 733. In der Nähe von Turin erscheint ein System ziemlich bedeutend hoher Hügel, welche den Winkel einnehmen, den der Po bei Turin macht und als deren höchster Gipfel die Superga bekannt ist, wovon das ganze Hügelsystem den Namen der Superga erlangt hat. Es bestehen diese Hügel aus ziemlich verworfenen Schichten von dünnen, blätterigen Mergeln, kalkigen Sandbänken, mit Puddingen und nagelflueähnlichen Massen, welche eine reiche Quelle von Fossilien enthalten. Ueber diesen Schichten der Superga liegen die blauen Mergel der Subapenninenformation, und sie selbst ruhen auf Nummulitenkalk, der an einigen Stellen selbst die Reihe der Supergaschichten durchbrochen hat und in kleinen elliptischen Flecken zu Tage kommt.

§. 734. Längs der ganzen Apenninenkette und manchmal bis zu den bedeutenderen Höhen dieses Bergzuges hinansteigend, findet sich ein System von Hügeln, welche man allgemein unter dem Namen der Subapenninenformation als typisches Gebilde der höheren tertiären Bildungen aufzählt. Die untersten Schichten dieser Formation bestehen aus blauen oder grauen Mergeln, mit einer ungeheuren Menge von Seemuscheln, welche im Durchschnitte eine große Aehnlichkeit mit vielen jetzigen Muscheln bieten. Ueber diesen Mergeln liegen lose, gelbliche Sandschichten, welche dieselben Fossilien in großer Quantität enthalten. Hie und da finden sich Süßwasserbildungen, welche, wie es scheint, den mergeligen und sandigen Meeresbildungen aufgelagert sind. Zu diesen Süßwasserbildungen gehören namentlich diejenigen im Thale des Arno bei Florenz, wo auf den blauen Thonen, die untergeordnete Torflager enthalten, glimmerhaltige, gelbe, bald mehr oder minder feine Sandschichten ruhen, die zuweilen eisenschüssig sind und viele Süßwassermuscheln und Knochen enthalten. Ueber diesen Sandschichten erst kommen mächtige Lager von geschichteten Geröllen, in welchen mehre Schichten von Säugethierknochen, namentlich Nashörnern, Elephanten, Flußpferden ꝛc. vorkommen, die oft vortrefflich erhalten sind und schon seit langer Zeit ausgebeutet werden. Diese Knochenlager zeigen durchaus dieselben verworrenen Schichtungsverhältnisse, wie die Gerölle, und sind offenbar in derselben Weise, wie diese, abgesetzt worden.

§. 735. Ein ungeheures Tertiärbecken ist das südamerikanische, welches das ganze Stromgebiet des Rio Plata, Rio Negro und der weiter südlich gelegenen Flüsse einnimmt, zwischen den beiden parallelen Bergketten der Cordilleren im Westen und der Brasilischen Höhenzüge im Osten von dem 17 Grade südlicher Breite bis zur Magellansstraße sich hinzieht, und den unüberseh-

baren Ebenen der Pampas als Grundlage dient. Die in diesem Becken befindlichen Niederschläge lassen sich in drei Abtheilungen bringen. Zu unterst zeigen sich meist lose Sandsteine, zuweilen Conglomerate bildend, die mit Thonen abwechseln, in welchen man bis jetzt noch keine Fossilien entdeckt hat. Man hat diesen Schichten den Namen der Guarani'schen Reihe beigelegt. Ueber ihnen liegen Kalksteine, Sand- und Thonschichten mit einer reichen, durchaus eigenthümlichen Fauna erloschener Muschelarten, welche eine Meeresbildung beurkunden, wenigen Pflanzen- und Säugethierresten, welche man die Patagoni'sche Reihe genannt hat. Als letztes Glied endlich finden sich mächtige Lager grauer und bläulicher Thone, mit untermischten Sandsteinschichten, welche der Zeit der Knochenhöhlen und Knochenbreccien angehören, und diese Pampasthone enthalten jenen ungemein großen Reichthum fossiler Säugethierknochen, aus welchem die Wissenschaft schon so manches merkwürdige Resultat gezogen hat. Dieser Pampasthon ist es, welcher die Megatherien, Glyptodonten ꝛc. geliefert hat; — jene eigenthümliche Schöpfung von riesenhaften Faulthieren, Ameisenfressern, Gürtelthieren und sonstigen Zahnlosen (Edentaten), welche etwa in demselben Verhältnisse zu der jetzigen Säugethierfauna Südamerika's stehen, wie die Mastodonten, Elephanten u. s. w. zu der jetzigen Fauna der alten Welt.

Ueber dem Pampasthone finden sich hie und da, oft bis auf 40 Stunden Entfernung von der Meeresküste, Bänke von Muscheln, deren fossile Schalen durchaus mit den noch jetzt im benachbarten Meere lebenden übereinstimmen und die beweisen, daß noch in der jetzigen Periode der südamerikanische Continent sich allmählich, wenn auch nicht überall, doch wenigstens local über die Meeresfläche emporhebt. Einige dieser Muschelbänke, in welchen die Muscheln ganz so sich finden, wie sie auf dem Grunde des Meeres lebten, sind jetzt 30 bis 60 Fuß über dem Niveau des Meeres erhaben.

Knochenhöhlen und Knochenbreccien; ältere Anschwemmungen (Diluvialperiode).

§. 736 In fast allen Ländern der Welt findet man die Spalten der Felsen, die Höhlen, welche besonders in den Kalkgebirgen als Folgen der Erhebungen und der dadurch bedingten Risse sich finden und die später durch Auswaschung erweitert wurden, zuweilen auch das flache Land streckenweise mit Schichten von röthlichem, eisenhaltigem Lehm, Sand und molassenartigen, unzusammenhängenden Sandsteinen erfüllt, innerhalb welcher sich nicht nur Gerölle verschiedener Größe, sondern auch große Mengen von Knochen finden. Die Höhlen namentlich haben von jeher die Aufmerksamkeit auf sich

gezogen, da ihre zuweilen überraschenden Formen, ihre weite Erstreckung auch den bloß Neugierigen reichlichen Stoff boten. Auf die Entstehung und Ausbildung dieser Höhlen kann erst später bei der Hebung der Gebirge selbst eingegangen werden; — hier genügt es, zu bemerken, daß die größten und schönsten derselben in Kalkgebirgen vorkommen und daß sie meist ein System mehr oder minder großer gewölbter Räume darbieten, welche durch engere, oft senkrecht abfallende Kanäle mit einander verbunden sind. Der Boden der meisten dieser Höhlen wird von Lagern des erwähnten rothen Thones, der meist mit Geröllen gemischt ist, bedeckt, und über dieser knochenführenden Thonschicht breitet sich fast immer eine mehr oder minder dicke Decke von Stalaktitenkalk aus, dessen Bildung stets in den Höhlen durch das von außen eindringende Wasser unterhalten wird, welches beim Durchsickern durch die Felsen sich mit kohlensaurem Kalke sättigt und beim Verdunsten in den Höhlen denselben wieder in Gestalt von Stalaktiten absetzt. Meist bringen diese Stalaktitenmassen in alle Risse und Zwischenräume der Lager des Knochenthones und verbinden diesen häufig zu einer harten Breccie. Jedenfalls ist es nöthig, um sich von der Anwesenheit von Knochen in einer Höhle zu überzeugen, diesen Fußboden von Stalaktiten aufzubrechen und die Knochenlager unter denselben zu suchen. Seine Anwesenheit scheint eine fast wesentliche Bedingung zur Erhaltung der fossilen Knochen zu sein, indem er sie vor dem Zutritte der Luft und vor Verwitterung schützt. In den Breccien, welche die nach oben offenen Spalten der Felsen an vielen Orten erfüllen, sonst aber dieselbe Natur mit dem Fußboden der Höhlen theilen, zeigen sich die Knochen im Allgemeinen weit weniger gut erhalten, weil es ihnen eben an der schützenden Decke fehlt.

§. 737. Es sind nur äußerst wenige Fälle bekannt, wo man in diesem Knochenlehme der Höhlen ganze Skelette gefunden hätte; fast immer liegen die Knochen in der größten Unordnung unter einander; die einzelnen Stücke, welche zu einem Skelette gehören, finden sich selten oder nie in der Nähe zusammen; Reste der verschiedensten Thiere sind mit einander gemengt. Viele Knochen, namentlich die längeren Röhrenknochen, sind zerbrochen und die frischen Bruchflächen und Splitter beweisen, daß diese Brüche erst nach dem Tode der Thiere stattgehabt haben. Andere sind abgenutzt, gerollt und dadurch zum Theil unkenntlich gemacht.

§. 738. Ueber die Art und Weise, wie diese Knochenreste in die Höhlen und Spalten der Felsen gebracht wurden, herrschen zweierlei Ansichten unter den Geologen. Die Einen schließen aus der überwiegenden Anzahl von Hyänen- oder Bärenknochen, die sich in den meisten Höhlen finden, daß diese Thiere in den Höhlen gelebt und ihre Beute hineingeschleppt hätten, welche meistens in Wiederkäuern, Nagern und Dickhäutern bestand. Diese Ansicht gewann um so mehr Beifall, als man in sehr vielen Höhlen mit

erhaltene Excremente, von Hyänen namentlich, antraf, deren Auswürfe ziemlich fest sind. Diese Coprolithen, deren Natur einen weiten Transport durchaus nicht zugelassen hätte, bewiesen augenscheinlich, daß die Thiere, welchen sie angehört, in den Höhlen gelebt hatten. Hierzu kam noch, daß viele von den aufgefundenen Knochen deutliche Spuren von Zahneindrücken zeigten, die, wie es schien, von dem Benagen der Knochen herrührten, und daß manche Thiere, Fleischfresser namentlich, tiefe, oft geheilte Knochenwunden zeigen, welche offenbar heftige Kämpfe unter den verschiedenen Bewohnern der Höhle beurkundeten. Es schien demnach ziemlich glaublich, daß die Hyänen und Bären, welchen die Mehrzahl der in den Höhlen gefundenen Reste angehört, daß diese Raubthiere in den Höhlen einen bequemen Zufluchtsort fanden und dort mit zugebrachten Resten von Thieren ihre Jungen nährten.

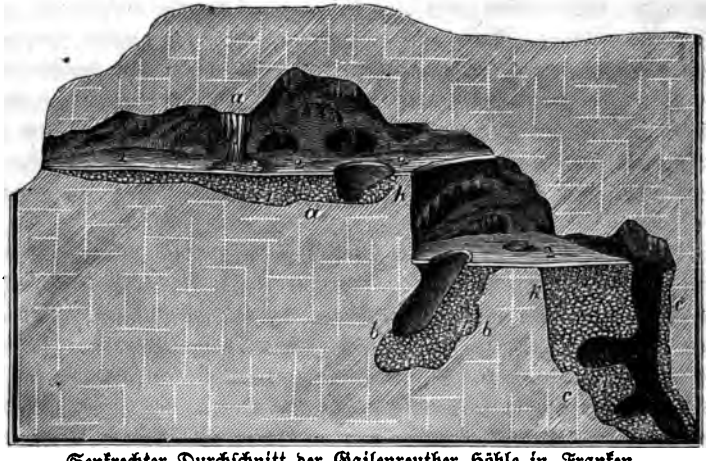
§. 73 Auf der anderen Seite bieten indessen die Höhlen im Allgemeinen eine Menge von Verhältnissen, welche durchaus gegen ein solches Zusammenschleppen der Knochen durch die Bewohner der Höhlen sprechen. Von allen Fleischfressern, die darin vorkommen, sind es hauptsächlich nur Hyänen und Bären, welche noch jetzt theilweise in Höhlen leben; sie sind freilich auch in größter Anzahl vorhanden. Die Katzenarten, welche man findet, bewohnten gewiß ebenso wenig Höhlen, als die heut lebenden Tiger und Löwen.

Aber auch die Höhlenbewohner, Hyänen, Bären, Füchse ꝛc., sind weit davon entfernt, ihre Beute in ihre Zufluchtsstätten zu schleppen, und dort sich oder ihre Jungen damit zu ernähren. Sie verzehren ihre Beute auf dem Platze oder in einiger Entfernung von dem Orte des Raubes; — haben sie Junge, so schleppen sie die getödteten Thiere oder Stücke derselben bis vor die Höhlen und die Jungen kommen dann heraus, um außen ihren Schmaus zu halten. In den Zufluchtsstätten der Bären, in den Höhlen der Hyänen in Afrika, wie in denjenigen unserer Füchse findet man keine Knochenanhäufungen, sondern ein Bett von Blättern, Moos und anderem weichen Material; die Knochen sind im Umkreise der Höhle zerstreut.

Ferner leben diese Fleischfresser stets nur einzeln oder in Familien zusammen, wie die Hyänen; daß verschiedene Arten zusammenleben könnten, ist durchaus unstatthaft. Es giebt nur einige wenige Höhlen, in welchen Hyänenknochen vorwiegen, und von diesen könnte man allenfalls annehmen, daß sie die Cadaver von anderen Fleischfressern ebenfalls in die Höhle geschleppt hätten; — in den meisten anderen Höhlen aber wiegen die Bären vor, und dort ist eine solche Annahme durchaus unthunlich, da Bären keine Leichen angreifen. Es müßten also die in solchen Höhlen gefundenen Hyänen und Löwen mit den Bären zusammengewohnt haben — eine Annahme, die geradezu absurd ist.

740. Die physische Conformation vieler Höhlen spricht ebenfalls durchaus gegen die Annahme einer Einschleppung der Knochen durch Höhlenbewohner. In dem hier folgenden senkrechten Durchschnitte der Gailenreuther Höhle in Franken (Fig. 320) zeigen sich mehre auf einander folgende Kammern,

Fig. 320.



Senkrechter Durchschnitt der Gailenreuther Höhle in Franken.
1. Knochen und Lehm. 2. Stalagmitische Decke des Knochenlagers.

die mit einander in Verbindung stehen. Die in der ersten Kammer befindlichen Thiere konnten die Oeffnung der Höhle zum Ausgange benutzen — allein wie sollten die Bären, deren Reste die Knochenhaufen bei *b* und *c* bilden, die senkrechten Wände *h* und *k* hinaufklettern, zu deren Ersteigung man jetzt lange Leitern braucht? Viele andere Höhlen zeigen ganz ähnliche Verhältnisse, viele sogar beginnen mit einem senkrechten Schachte und zeigen keinen anderen Zugang.

741. Endlich zeigen offenbar die Gerölle, welche man mit den Knochen gemischt findet, die Lehmablagerungen, in welchen sich die Knochen finden, daß diese fossilen Reste hier durch Wasserströme eingeführt und abgesetzt wurden. Dafür spricht ferner die Abnutzung und Rollung vieler Knochen, ihre Zerbrechung, die gerade die langen und starken Röhrenknochen meist betrifft. Daß unter diesen Knochen, die in die Höhlen geschwemmt wurden, auch solche waren, welche schon von reißenden Thieren angenagt waren, ist nicht zu verwundern, und daß die Höhlen selbst von vielen dieser Raubthiere bewohnt waren, deren Excremente sich mit den eingeführten Knochen mischten, hat ebenfalls nichts Auffallendes. Es ist nur die Einschleppung der Knochen und ihre Anhäufung durch die Raubthiere an den Orten, wo sie jetzt gefunden werden, welche nicht angenommen werden kann.

Die Kalkgebirge namentlich ſind an Höhlen ſehr reich und haben bis §. 7.
jetzt die größte Ausbeute geliefert. In Deutſchland iſt es beſonders der
fränkiſche Jura mit ſeinen mannichfach zerklüfteten Dolomiten, in welchem
die berühmten Knochenhöhlen von Muggendorf, Gailenreuth u. a. in dem
Thale der Wieſent vorkommen. Die Bärenknochen ſind hier, wie in den
Höhlen des Harzes (Baumannshöhle, Bielshöhle ꝛc.) in großer Mehrzahl, und
man berechnet die Anzahl der Individuen, deren Reſte man ſchon zu Tage
gefördert hat, auf viele Hunderte. In Weſtphalen, dem ſchwäbiſchen Jura,
in Böhmen und Kärnthen finden ſich Höhlen von geringerer Bedeutung.

In Belgien iſt namentlich die Provinz Lüttich reich mit Höhlen be-
dacht, in welchen ebenfalls die Bärenknochen die große Mehrzahl bilden.

In Frankreich findet ſich beſonders in dem ganzen Zuge des Jura
längs der öſtlichen Grenze bei Beſançon eine große Menge von Höhlen,
in welchen die Bären vorwiegen, während im Süden in den juraſſiſchen
und tertiären Kalken der Umgegend von Montpellier die Bären zwar auch
noch das Uebergewicht behalten, aber doch mehr mit Nagern, Wiederkäuern
und Dickhäutern gemiſcht erſcheinen.

In England bildet die Höhle von Kirkdale in Yorkſhire inſofern
eine merkwürdige Ausnahme, als darin die Hyänen weit über alle anderen
Reſte vorwiegen. Außer dieſer genannten kommen noch in vielen juraſſiſchen
und Kohlenkalken Englands Höhlen vor.

In den Umgebungen der Alpen, ſowie in den nordiſchen Ländern findet §. 74
ſich ein eigenthümliches Gebilde von Geſchiebeſchichten, aus Geröllen von
der Größe einer Fauſt gebildet, die ſelten die Größe eines Kopfes erreichen
und ſtets abgerundet ſind. Gries und Sand von ſehr verſchiedener Dünne
bilden mit dieſen Geröllen horizontale Lager, die oft eine ſehr bedeutende
Mächtigkeit erhalten und im Allgemeinen ganz den Ablagerungen ähnlich
ſehen, welche wir noch heute in der Nähe und durch die Einwirkung unſerer
Flüſſe entſtehen ſehen. Dieſe älteren Alluvionen (Alluvions anciennes)
bedecken mit Unterbrechungen faſt die ganze obere Schweiz, das weſtliche
Frankreich, das nördliche Italien, die ſüdlichen Hochebenen von Oeſtreich
und Baiern im Norden der Alpen und die großen norddeutſchen, ruſſiſchen,
aſiatiſchen und amerikaniſchen Niederungen. Ihre Schichtung iſt ſtets mehr
oder minder deutlich, und unter allen Verhältniſſen finden ſie ſich unmittel-
bar unter den erratiſchen Blöcken und den von den Findlingsgeſteinen
abhängigen Erſcheinungen. Die Ueberlagerung der Findlinge über dieſen
älteren Alluvionen iſt beſonders in der Schweiz auf das Genaueſte conſta-
tirt. Im Norden Deutſchlands ruhen die Blöcke auf mächtigen geſchichte-
ten Ablagerungen, welche aus Sand, foſſilen Infuſorien, Braunkohlen be-
ſtehen und ganz derſelben Periode der alten Anſchwemmungen anzugehören
ſcheinen. Dieſe älteren Anſchwemmungen enthalten dieſelben foſſilen Säu-

gethiere, wie die Knochenhöhlen und Breccien, und gehören offenbar derselben Bildungsperiode an.

. 744. Am Fuße des Himalaya finden sich ähnliche alte Anschwemmungen in Form von Thon-, Sand- und Kalkschichten, die als Fundort äußerst merkwürdiger Fossilien bekannt geworden sind Hierher gehören namentlich die Sivalikhügel mit ihren eigenthümlichen Affen, Elephanten, Fleischfressern uud dem höchst auffallend gebauten Wiederkäuer, Sivatherium, das mit der Größe eines Elephanten die plumpen Formen des Gnu und die osteologischen Charaktere eines zwischen Antilopen und Giraffen stehenden Thieres verbindet.

. 745. In den älteren Anschwemmungen, den Knochenbreccien und den Höhlen Europa's hat man besonders folgende Säugethiere gefunden:

Ursus spelaeus. Fig. 347 u. 348.,	Camelopardalis Biturigum.
arctoideus, Pitorrii.	Cervus euryceros Cuvierii.
Mustela.	Antilope.
Felis spelaea, antiqua.	Bos priscus, primigenius.
Canis spelaeus.	Vespertilio.
Hyaena spelaea. Fig. 345 u. 346.,	Talpa.
intermedia.	Castor.
Elephas primigenius. Fig. 338.,	Arvicola.
meridionalis.	Lagomys.
Rhinoceros tichorhinus. Fig. 337.	Balaena Lamanoni.
Hippopotamus major.	Zyphius longirostris.
Equus primigenius.	

. 746. An vielen Orten Brasiliens findet man eine Schicht rothen Thones mit Sand- und Gerölbänken untermengt, die 10 bis 50 Fuß mächtig den Boden bedeckt und überall in die vielen Höhlen eindringt, welche die kalkige Küstenkette Brasiliens zeigt. In dieser Schicht liegen bunt durch einander die Reste einer äußerst merkwürdigen Schöpfung, deren große Bedeutung für die Zoologie namentlich man erst in den neueren Zeiten recht kennen gelernt hat. Man hat bis jetzt mehr als hundert Arten fossiler Säugethiere aus dieser rothen Thonschicht der Höhlen Brasiliens bestimmt, worunter eine große Anzahl Affen, Raubthiere (besonders Katzen und hundeartige Thiere), eine große Anzahl von Nagern, Beutelratzen (Didelphys) und namentlich eine große Menge zahnloser Säugethiere (Edentaten), während die Dickhäuter verhältnißmäßig gegen die fossilen Faulthiere, Megatheriden und Gürtelthiere selten sind, und auch, Mastodonten und Pferd ausgenommen, nur aus Geschlechtern bestehen, die noch heute in Südamerika leben, nämlich aus Tapirs und Pecari's. Außer diesen Säugethieren finden sich mehre Arten von Straußen und anderen Vögeln, Schlangen, Eidechsen, Crocodilen und Batrachier in großen Mengen. Es schließen sich diese Knochen-

thone Braſiliens nahe an die Pampasthone des Rio de la Plata an; nur mit dem Unterſchiede, daß hier wie in den europäiſchen Höhlen und Knochenbreccien alle Knochen unter einander liegen, oft zerbrochen ſind oder deutliche Spuren von Rollung zeigen, während man in den Pampas meiſt ganze Thiere zuſammenfindet, wie die vielfachen Skelette beweiſen, die man ſchon von dorther erhalten hat.

§. 74 Auf mehren Punkten von Neuholland hat man ähnliche Knochenbreccien und Knochenhöhlen gefunden, wie in Europa, deren geognoſtiſche Verhältniſſe durchaus mit den aus unſerem Welttheile geſchilderten übereinſtimmen. In dem Wellington-Thale, ferner in Südauſtralien, bei Melbourne und auch an mehren anderen Orten wurden ſolche foſſile Reſte gefunden, die auf höchſt eigenthümliche Weiſe von den gleichzeitig in Amerika und Europa begrabenen Faunen abweichen, und zwar ganz in ähnlicher Weiſe, wie die jetztlebende Thierſchöpfung Neuhollands von derjenigen der übrigen Continente ſich auszeichnet. Alle bis jetzt einheimiſch in Neuholland gefundenen Thiere gehören, mit Ausnahme der noch tiefer ſtehenden Monotremen (Schnabelthiere), der Klaſſe der Beutelthiere oder Didelphen an, bei welchen das Junge in höchſt unvollkommenem Zuſtande geboren wird und erſt an der Zitze hängend ſich ausbildet. Die jetztlebenden Beutelthiere bilden eine den übrigen Säugethieren analoge Reihe; — man findet Fleiſchfreſſer, Inſectenfreſſer, Vierhänder, Nager und Wiederkäuer unter ihnen, ſo daß man faſt allen Gruppen der monodelphen Säugethiere eine analoge Gruppe von Beutelthieren zur Seite ſtellen kann. Die paläontologiſchen Forſchungen haben nun erwieſen, daß auch in den Knochenbreccien Auſtraliens derſelbe Charakter vorwiegend iſt, indem man foſſile Känguruhs, theilweiſe von koloſſaler Größe, Beutelwölfe, Wombats, Inſectenfreſſer und Vierhänder gefunden hat, die ſämmtlich zu den Beutelthieren, und zwar meiſt zu noch lebenden Geſchlechtern gehören, aber beſtimmt verſchiedene Arten bilden. In neueren Zeiten hat man auch nachgewieſen, daß verſchiedene Arten von Dickhäutern dort zur Diluvialzeit gelebt haben, deren eigenthümliche Charaktere ebenfalls darauf hinzuweiſen ſcheinen, daß ſie Beutelthiere waren. Alle bis jetzt gefundenen foſſilen Reſte Neuhollands gehören demnach Beutelthieren an, mit einziger Ausnahme vielleicht des Maſtodon, von welchem man einen ſehr wohlerhaltenen Zahn gefunden hat, der einer eigenthümlichen Species angehörte. Vielleicht daß es auch beuteltragende Maſtodonten gab; der bis jetzt bekannte Zahn berechtigt indeß nicht zu dieſer Annahme. Abſtrahirt man von dieſer Ausnahme, und betrachtet man die Vertheilung der Säugethiere während der Diluvialzeit im Großen, ſo ſtellt ſich das Geſetz heraus, daß dieſelben Formen, welche wir jetzt auf gewiſſen Continenten treffen, auch ſchon zur Diluvialzeit auf dieſelben beſchränkt, aber durch andere Arten repräſentirt waren.

§. 748. Unter den foſſilen Säugethieren Auſtraliens verdienen beſonders aufgeführt zu werden:

Phalangista.	Phascolomys.
Dasyurus laniarius.	Diprotodon australis.
Hypsiprymnus.	Nototherium inerme, Mitchellii.
Macropus Titan, Atlas.	Mastodon australis. Fig. 339 u. 340.

§. 749. In Neuſeeland haben ſich ähnliche Knochenbreccien gefunden, wie in Neuholland, und auch hier beſtätigt ſich das Geſetz der Beſchränkung derſelben analogen Formen auf denſelben Landſtrich während unſerer und der Diluvialzeit. Das einzige auf Neuſeeland einheimiſch gefundene Säugethier war eine kleine Ratte; dagegen findet man dort einen höchſt eigenthümlichen Vogel ohne Flügel, der in einiger Beziehung den Straußen ſich nähert und Apteryx genannt wird. Die Knochenbreccien Neuſeelands enthalten eine große Menge von gigantiſchen Vogelknochen, welche einem Geſchlechte angehören, das viele Beziehung zum Apteryx hat und Dinornis genannt wurde. Man hat ſchon ſechs verſchiedene Species dieſer Vögel gefunden, die ſich durch eine außerordentliche Entwickelung der Knochen der Beine auszeichnen und mit Mark gefüllte Knochen hatten, während die jetztlebenden Vögel hohle, mit Luft gefüllte Knochen beſitzen. Die Dinornis-Arten, deren einige mehr als doppelt ſo groß als der Strauß geweſen zu ſein ſcheinen, konnten demnach nur laufen, nicht fliegen. Säugethierknochen ſind in Neuſeeland noch nicht entdeckt worden.

§. 750. Die Fauna und Flora der Tertiärgebilde bieten eine ungeheure Menge von Formen dar, die ſich, beſonders bei den Pflanzen und den niederen Thieren, ſehr nahe an die jetztlebenden anſchließen, während die höheren Thiere eine Stufenleiter allmählicher Entwickelung in den Säugethieren darbieten und in den älteſten Tertiärgebilden Typen zeigen, welche etwa den Typen der niederen Thierklaſſen, die ſich in den älteren ſiluriſchen und devoniſchen Schichten finden, vergleichen laſſen.

Die Gewächſe, welche ſchon in der Kreideperiode wahre dikotyledoniſche Bäume mit netzförmigen Blattrippen zeigten, ſind jetzt in der Mehrzahl aus Tannen, Fichten, Ahornen, Ulmen u. ſ. w. zuſammengeſetzt, worunter ſich auch, namentlich in den ſüdlicheren Gegenden, wie in der Schweiz, Mittelfrankreich ꝛc., Palmen geſellen, und es zeigt dies Vorkommen von Palmen in nördlicheren Breiten, als dies jetzt der Fall iſt, daß zur Tertiärzeit eine höhere Temperatur herrſchte. Bei der Unmöglichkeit, die einzelnen Formen hier durchzugehen, müſſen wir uns bei den Pflanzen und den niederen Thieren namentlich auf einige beſonders auffallende Producte beſchränken.

Hierher gehört vor allen der Bernſtein, ein ſchönes, gelbes, durchſcheinendes Mineral, das offenbar ein umgewandeltes Harz verſchiedener

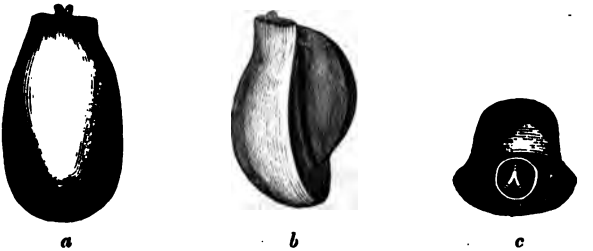
theils Nadel-, theils Laubholzbäume iſt, wie ſein Vorkommen mit Baumreſten und Tannzapfen, die zahlreichen Einſchlüſſe von Inſecten und ſeine chemiſche Zuſammenſetzung erweiſen. Er findet ſich theils in der Braunkohle, theils entfernt von ihr als ausgeſchwemmtes Mineral, und wird an den Oſtſeeküſten namentlich aus den wahrſcheinlich auf dem Grunde des Meeres befindlichen Braunkohlenlagern ausgewaſchen und durch die Wellen an das Ufer geführt. Sein Vorkommen in Braunkohlen, welche älteren Formationen, wie der Kreide, angehören, beweiſt, daß ſeine Bildung nicht von geologiſchen, ſondern von rein organiſchen Einflüſſen abhing.

Unter den thieriſchen Reſten erwähnen wir beſonders der Infuſorien, §. 7
welche als felſenbildende Maſſen in der Tertiärzeit eine noch größere Bedeutung erhalten, als in der Kreide und den älteren Gebilden. Ganze mächtige Schichten weißen Kieſelſandes ſind von ihnen allein gebildet und in den meiſten erdigen und ſandigen Schichten der Tertiärzeit machen ſie einen großen Theil der Maſſe aus. Ihre wiſſenſchaftliche Beſtimmung iſt noch nicht ſo weit vorgeſchritten, daß aus ihrer Verbreitung Schlüſſe gezogen werden könnten.

Ganze Schichten des Pariſer Grobkalkes ſind aus einer Anzahl klei- §. 7
ner, hirſekornförmiger Schalen zuſammengeſetzt, die man früher Milioliten nannte, jetzt aber in mehre Geſchlechter zerſpalten hat. In allen dieſen faſt mikroſkopiſchen Schalen, die zu den Foraminiferen oder Rhizopoden zu gehören ſcheinen, lagern ſich die Umgänge ſchalenförmig um eine Längsaxe. Jeder neuere Umgang, der größer als der ältere iſt, verdeckt dieſen ganz oder zum Theil, und je nachdem nur zwei oder mehre Umgänge um die Axe gereiht oder ſichtbar ſind, hat man unter dieſen Milioliten mehre Geſchlechter unterſchieden.

Bei den Biloculinen (Fig. 321) liegen die Umgänge einander gegenüber und umfaſſen einander ſo, daß man ſtets nur zwei Umgänge ſieht. Die Oeffnung iſt rund mit gabelförmigem Zahne darin.

Fig. 321.



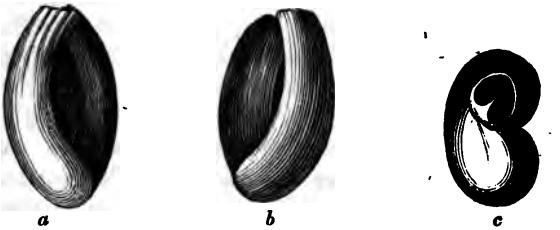
a *b* *c*

Biloculina oppoſita. Aus dem Grobkalke.

a. Von vorne. *b*. Von der Seite. *c*. Von oben, um die Mündung zu zeigen.

753. Die Triloculinen (Fig. 322) zeigen ſtets drei Umgänge, indem dieſe nicht einander gegenüber, ſondern im Dreiecke ſtehen, ſo daß erſt der vierte Umgang über dem erſten liegt, der fünfte über dem zweiten, der ſechste über dem dritten, während bei den Biloculinen der dritte Umgang den erſten deckt.

Fig 322.



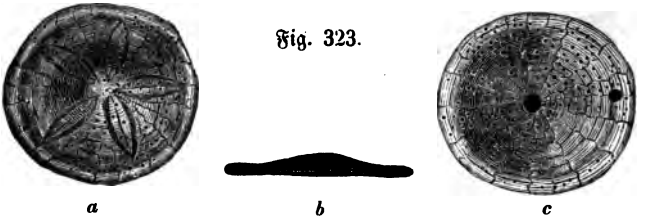
a *b* *c*

Triloculina communis. Aus dem Grobkalke.

a. Von vorne. *b*. Von der Seite. *c*. Von oben, um die Mündung zu zeigen.

754. Unter den tertiären Echinodermen, deren Zahl ſehr groß iſt, zeichnet ſich die Familie der Scutellen ſchon um deswillen aus, weil nur eine einzige Art unter mehr als dreißig foſſilen in der Kreide von New-Jerſey angetroffen wird, während alle in Europa gefundenen Scutellen den Tertiärgebilden angehören und ſomit ihre Schalen vortreffliche Leitmuſcheln abgeben. Dieſe Thiere haben eine ſcheibenförmige, ſehr platte Geſtalt, etwas abgerundete Form, Mund und After auf der Unterſeite und einen fünfeckigen Stern von Oeffnungen auf dem Rücken, die für den Durchgang der ſogenannten Fühler (Ambulacren) dienten. Die Einen haben Einſchnitte am Rande; zu den Ganzrandigen gehören die Laganen (Fig. 323), welche rundlich oder eiförmig, hinten abgeſtutzt ſind, einen aufgeſchwollenen Rand, eine große Ambulacralroſette und einen centralen Mund haben, während der After nahe am Rande ſich findet. Die ganze Oberfläche der Schale iſt von einer feinen Granulation überſäet.

Fig. 323.



a *b* *c*

Laganum tenuissimum. Aus dem Grobkalke von Blaye.

a Von oben. *b*. Von der Seite. *c*. Von unten.

Unter den Gaſteropoden der Tertiärperiode zeichnen wir hier hauptſäch- §. 75
das Geſchlecht der Cerithien (Fig. 324) aus, da dieſe Schnecken mit ihren vielen Arten einen der charakteriſtiſchen Typen unter den Grobkalkverſteinerungen bilden. Mit den lebenden zählt dies Geſchlecht mehr als dreihundert Arten, die von der Kreide an gelebt haben, und in ſo zahlreicher Menge, daß viele für Bauſteine ausgebeutete Schichten des Grobkalkes faſt nur aus Cerithien zu beſtehen ſcheinen. Sie haben lange, thurmförmige, ſehr allmählich ſich zuſpitzende, gewundene Gehäuſe mit ſchiefer, eiförmiger Oeffnung, die ſich unter der Spindel in einen kurzen, abgeſtutzten, zuweilen gebogenen Kanal ohne Ausſchnitt verlängert; die äußere Lippe bildet am oberen Ende des rechten Randes oft eine enge, kurze Rinne.

Fig. 324.

Cerithium gi ganteum.
is dem Grobkalke von Paris.

Auf die übrigen Mollusken hier einzu- §. 75
gehen, würde zu weit führen, um ſo mehr, als die Typen der Tertiärzeit ſich ſo durchaus an die lebenden anſchließen, daß man die Identität vieler derſelben behauptet. Der ausgeſtorbenen, nur auf die Tertiärzeit beſchränkten Geſchlechter finden ſich nur äußerſt wenige; ebenſo wenige ſchon in älteren Schichten vorkommende Geſchlechter, welche in den Tertiärperioden enden, und es können demnach die Unterſchiede nur auf den einzelnen Arten beruhen, auf welche einzugehen unſer Plan nicht geſtattet. Im Allgemeinen genügt es, hier zu bemerken, daß die Faunen der einzelnen Becken mit ſüdlicheren Typen größere Aehnlichkeiten darbieten, ſo daß z. B. die Grobkalkbewohner von Paris mehr Analogie mit den Mollusken der Tropen, die der Faluns mit den Antillen ꝛc. haben.

In dem kleinen Tertiärbecken von Aix, §. 75
ſowie in den Braunkohlenlagern Deutſch-
s und in dem Bernſteine hat man eine große Menge foſſiler Inſecten

gefunden, deren generische Bestimmung indeß meist mangelhaft bleibt, da sehr oft die Freßwerkzeuge und Beine fehlen. Man hat bis jetzt meist nur solche Formen gefunden, welche sich an diejenigen anschließen, die jetzt noch lebend in unseren Gegenden vorkommen, und obgleich viele Arten verschieden scheinen, so hat man noch kein Geschlecht entdeckt, das nicht auch in der Jetztwelt seine Repräsentanten hätte.

760. Zu den charakteristischsten Versteinerungen der meerischen Tertiärgebilde gehören die verschiedenen Haifisch- und Rochenzähne, die man überall in großer Anzahl findet und deren Arten oft ziemlich leicht zu unterscheiden sind.

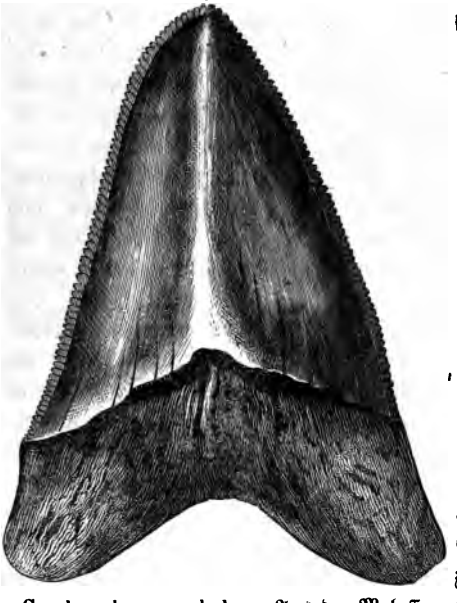
Die Notidanen (Fig. 325) haben breite Zähne mit vielen Spitzen, die auf einer einzigen Wurzel stehen und unter welchen meist die vordere Spitze die größere ist, während die hinteren allmählich abnehmen. Die lebenden Notidanen lassen sich leicht an der größeren Zahl ihrer Kiemenspalten (6 bis 7), sowie an ihrer einfachen Rückenflosse erkennen; die fossilen dagegen sind zuweilen ziemlich schwer zu unterscheiden, obgleich die hier abgebildete Form äußerst charakteristisch ist.

Fig. 325.

Notidanus primigenius. Aus der Molasse.

761. Die Zähne der Carcharodonten (Fig. 326) sind dreieckig, platt, scharf an beiden Rändern und gekerbt wie der abgenutzte Zahnrand einer Säge; ihre Wurzel ist schwammig, meist hoch und platt, unten ausgeschweift; der Zahn ist innen massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt. Die Zähne einiger Arten dieses Geschlechtes sind von ungemeiner Größe und lassen auf räuberische Haifische von 30 und mehr Fußen Länge schließen.

Fig. 326.



Carcharodon megalodon. Aus der Molasse.

762. Die Lamna-Arten haben lange, schmale, meist etwas gebogene Zähne, die man früher als versteinerte Vogel- oder Schlangenzungen deutete; eine zweischenkelige, lange, stark ausgeschweifte Wurzel, platte,

schneidende Ränder und feine Nebenzacken an der Wurzel. Die Zähne sind massiv, mit schwammigem Zahngewebe erfüllt (Fig. 327).

Fig. 327.

a *b*

Lamna Hopei.
Aus dem Londonthone.
a. Von vorne. *b*. Von der Seite.

Fig. 328.

Myliobates punctatus.
Aus dem Londonthone.

§. 763 Unter den Rochen zeichnen sich die Myliobaten (Fig. 328) durch ihre breiten Zahnladen aus, die aus einzelnen Querbändern zusammengesetzt sind, welche zur Seite kleinere, vier- oder sechseckige, wie Pflasterstücke eingesetzte Nebenkronen haben. Das Ganze bildet eine breite, etwas gewölbte Kauplatte auf jedem Kiefer. Sie kommen nur in tertiären Gebilden vor, nicht in älteren Formationen.

§. 764 Die Fische von Monte Bolca bei Verona, welche bis jetzt bekannt sind, begreifen nahe zu an zweihundert Arten aus den verschiedensten Geschlechtern. Sämmtliche Arten ohne Ausnahme sind ausgestorben; von den Geschlechtern haben die meisten noch lebende Repräsentanten. Alle gefundenen Reste gehören Seefischen an; man hat noch keinen einzigen Süßwasserfisch in diesen Schiefern entdeckt. Am reichlichsten sind folgende Familien bedacht: die Percoiden oder barschartigen Fische mit starken Stacheln in der Rückenflosse, gezähneltem Vorkiemendeckel und gezähnelten Schuppen; die Schuppenflosser oder Bürstenzähnler (Chätodonten), deren analoge Gattungen sich jetzt nur noch in tropischen Meeren finden; die Familie der Thunfische oder Makrelen (Scomberoiden), welche sich meist durch die zahlreichen, einzelstehenden Flossen auf dem Rücken und starke, kegelförmige Zähne unterscheiden; die heringsartigen Fische mit großen, platten Schuppen und eigenthümlich gebautem Maule (Clupeiden), und endlich die Sparoiden mit rundlichen, niedrigen Mahlzähnen im hinteren Theile des Maules, welche zum Kauen von Schalthieren und Crustaceen bestimmt sind. Ziemlich häufig sind auch die sogenannten Flötenmäuler oder Tabakspfeifen (Aulostomen) (Fig. 329), deren Maul in einen eigenthümlichen, langen Schnabel ausgezogen ist, an dessen Ende die kleine, klappenartig sich schließende Mundöffnung angebracht ist. Im Allgemeinen trägt die Fauna des Monte Bolca einen durchaus südlichen Charakter, etwa demjenigen der Südsee oder des chinesischen Meeres ähnlich; und es scheint dort eine ruhige Bucht bestanden zu haben,

in welcher vielleicht durch Ausſtrömung oder ſonſtige Bildung vergiftender Gaſe, wie namentlich von Schwefelwaſſerſtoff, eine Menge Fiſche ihren Tod fanden, die nachher in dem feinen Niederſchlage eingebettet und wunderbar ſchön erhalten wurden. Die Fiſche des Monte Bolca ſtehen bis jetzt einzig da; noch keine einzige der dort aufgefundenen Species iſt anderswo entdeckt worden; der Charakter des Ganzen läßt indeß die dortigen Schiefer in Parallele mit dem Grobkalke und dem Londonthone bringen. Die zwei hier abgebildeten Species (Fig. 329 u. 330) ſollen beſonders dazu dienen, die ſüdliche Form der Fiſche dieſer Localität zu veranſchaulichen; die

Fig. 329.

Aulostoma bolcense.

Fig. 330.

Semiophorus velicans.

analogen Arten beider leben in den tropiſchen Meeren; einzelne Arten beſonders hervorzuheben, erſcheint bei der Beſchränkung des Fundortes unnöthig.

Die Reptilien der tertiären Periode ſtehen denjenigen der heutigen Welt ungemein nahe. Man findet Crocodile, Eidechſen, Schlangen, Schildkröten, froſchartige Thiere, die alle mehr oder minder den bekannten Typen ſich anſchließen. Unter den froſchartigen Thieren verdient beſonders der von Scheuchzer als verſteinerter Menſch bezeichnete Rieſenſalamander von Oeningen (Fig. 331) beſondere Auszeichnung; — ein mehr als 3 Fuß langes Thier, was den ſalamanderartigen Thieren mit bleibenden Kiemen in ſeiner Knochenſtructur ſich nähert. Die großen Augenhöhlen, das weite, im Bogen den ganzen Kopf umfaſſende, mit vielen kleinen, ſpitzen Zähnen beſetzte Maul laſſen ſogleich den Salamander in ihm erkennen. Die Füße dieſer Thiere waren ſehr klein, der Schwanz breit zu einer Ruderfloſſe zuſammengedrückt; die Rippen ſehr unbedeutend. §. 76

Fig. 331.

Kopf und vorderer Theil der Halswirbelſäule vom Oeninger Rieſenſalamander (Andrias Scheuchzeri).

766. Die Dinotherien (Fig. 332 u. 333) bilden ein eigenthümliches Geschlecht fossiler Säugethiere von monströser Größe, über deren eigentliche Stellung man noch nicht einig ist, indem die Einen sie den grasfressenden Cetaceen, dem Dugong und den Seekühen, die Anderen den dickhäutigen Säugethieren und namentlich den Mastodonten nähern. Mit Gewißheit

Fig. 332.

Kopf des Dinotherium giganteum. Aus dem Knochensande von Eppelsheim.

Fig. 333.

Sehr verkleinerter Backenzahn desselben Thieres von der Krone aus gesehen.

kennt man von diesem Thiere bis jetzt nur den ganzen Kopf, von welchem ein fast vollständiges Exemplar in dem Rheinsande bei Eppelsheim gefunden wurde. Das Hinterhaupt ist abgeplattet, die Nasenhöhlen in eine gewaltig große, auf der oberen Fläche befindliche Oeffnung zusammengeschmolzen; die Unteraugenhöhlenlöcher von verhältnißmäßig sehr bedeutender Größe, so daß man mit ziemlicher Sicherheit auf die Existenz eines Rüssels schließen kann. Die Schläfengruben, in welchen die Kaumuskeln

ınd ſehr tief, die Jochbeine ſchwach, die Augenhöhlen breit nach hin-
ffnet; die Gelenkköpfe für den erſten Nackenwirbel ſtehen horizontal
ıten hinaus. Im Oberkiefer ſowohl als im Unterkiefer finden ſich
ȝ fünf Backenzähne, ſo daß demnach das Thier zwanzig Backenzähne
die dadurch ausgezeichnet ſind, daß ihre Kronen zwei (nur der mitt-
ıckenzahn drei) ſchneidende Querrücken beſitzen, deren Schneiden ge-
ıd und die beim Schließen des Mundes in einander greifen. Am
rdigſten verhält ſich der Unterkiefer. Dieſer iſt nämlich nach unten
nt, und enthält in ſeinem vorderen Ende zwei gewaltige, ſäbelför-
ȝ unten gebogene Stoßzähne. Die Backenzähne des Dinotheriums
am meiſten denen des Tapirs, und Cuvier, der anfangs nur dieſe
annte, ſchrieb ſie ohne Bedenken einem rieſigen Tapir zu; indeſſen
ie auch Aehnlichkeit mit denen des Lamantins. Der horizontale
opf des Hinterhauptes ſcheint für ein Waſſerthier zu ſprechen, wäh-
dererſeits die Aehnlichkeit der Zähne mit denen des Tapirs, ſowie
:halten der Stoßzähne beim Maſtodon, die ebenfalls im Unterkiefer
nd gerade nach vorn gerichtet ſind, das Dinotherium in die Nähe
ıachydermen zu ſtellen ſcheint.

ȝ Sivatherium (Fig. 334) war zur Tertiärzeit ein Bewohner der §. 76'
rge des Himalaya. Es war offenbar ein wiederkäuendes Thier.

Fig. 334.

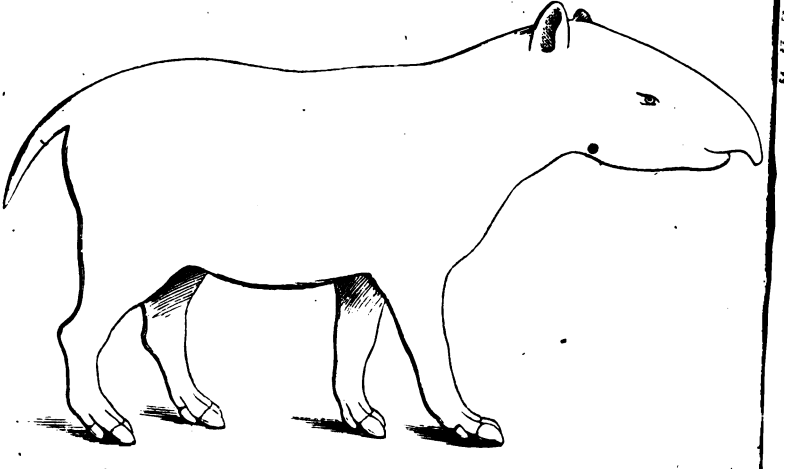
ſ des Sivatherium giganteum. Aus den Sivalikbergen am Himalaya.

Der Kopf, den man bis jetzt einzig kennt, hat die Größe eines Elephantenkopfes, und wie bei diesem ist das Knochengewebe der Stirn und des Hinterkopfes zellig aufgetrieben. Das Gesicht fällt steil ab; die Nasenknochen erheben sich bedeutend, wölben sich über der Nasenhöhle und bilden eine Spitze über derselben; — eine Structur, aus welcher man auf das Vorhandensein eines Rüssels schließen darf. Auf dem hinteren Theile der Stirn stehen zwei dicke, kurze, massive Hörner; auf der Augenbraungegend, zwischen den Augenhöhlen, zwei andere weit größere, seitlich von einander weichende Hörner, was dem Kopfe ein höchst eigenthümliches Ansehen giebt. Die Augenhöhlen sind klein, schief und sehr tief liegend; das Hinterhaupt seitlich flügelförmig ausgebreitet. Es finden sich sechs Backenzähne, die durchaus denjenigen der Wiederkäuer gleichen.

Das Thier, dem dieser seltsame vierhörnige Kopf angehörte, hatte offenbar wenigstens die Größe des Elephanten und massive, schwerfällige Formen.

§. 768. Die Paläotherien (Fig. 335) bilden ein in dem Grobkalke sehr häufig vorkommendes Geschlecht, von dem man schon mit Bestimmtheit mehre Arten unterschieden hat. Diese Thiere scheinen eine Art Mittelglied zwischen Nashorn und Tapir zu bilden. Mit den letzteren kommen sie durch ihre erhabenen, abstehenden Nasenbeine überein, welche auf die Existenz eines kurzen, beweglichen Rüssels schließen lassen, sowie durch ihre Schneide- und Eckzähne und ihre gesammte Körperform, während die Backenzähne mehr dem Typus des Nashorns sich nähern. Sie hatten vierundvierzig Zähne im Ganzen; nämlich in jeder Kieferhälfte, oben wie unten, drei Schneide-

Fig. 335.



Umriß des Palaeotherium magnum. Aus den Gypsbrüchen von Montmartre, nach der Restauration von Cuvier.

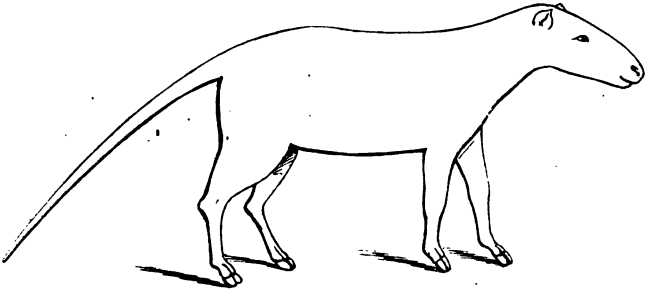
zähne, einen Eckzahn und sieben Backenzähne. Die Schneidezähne sind meist abgenutzt, keilförmig, oben platt; die Eckzähne lang, zugespitzt, gebogen; die oberen Backenzähne sind viereckig, die unteren schmal, aus zwei halbmondförmigen Prismen zusammengesetzt. Vorder- und Hinterfüße hatten drei, fast gleichlange Zehen, der Schwanz war kurz; die Augenhöhlen klein, kaum von der Schläfengrube geschieden; das Hinterhaupt stark nach hinten vorstehend.

Je nach der verschiedenen Größe der Reste hat man mehre Arten unterschieden. Das größte Paläotherium war etwa so hoch, wie ein starkes Pferd, aber mit massiveren Formen; das kleinste hatte etwa die Größe eines Hasen.

Mit den Paläotherien kommen an denselben Fundorten die Anoplotherien (Fig. 336) vor, welche leichtere, gefälligere Formen und keinen Rüssel hatten, sonst aber den Paläotherien sich in mancher Beziehung näherten. Sie hatten ebenso viel Zähne wie diese, aber mit dem Unterschiede, daß nirgends eine Zahnlücke vorhanden war, sondern alle eine ununterbrochene Reihe, wie beim Menschen und den Affen, bildeten. Die Eckzähne sind klein, nicht vorstehend, wie bei den Paläotherien; die Backenzähne des Oberkiefers vorn zusammengedrückt, hinten quadratisch; die des Unterkiefers aus zwei halbmondförmigen Prismen gebildet. Die Füße hatten nur zwei vollständige Zehen und bei einigen Arten eine dritte unvollständige. Der Schwanz war lang und dick, die Nasenknochen lassen weder auf einen Rüssel noch auf ein Horn schließen. §. 7

Den eigentlichen Anoplotherien stehen sehr nahe die Xiphodonarten, die leichte Formen, wie ein Reh oder eine Gazelle, und einen kurzen Schwanz hatten, sowie die Dichobunen, welche die Größe des Hasen und wie dieser lange Hinterfüße und kurze Vorderfüße besaßen.

Fig. 336.



Umriß des Anoplotherium commune. Aus dem Grobkalke nach Cuvier's Restauration. Es hatte etwa die Größe eines Esels.

770. Eines der bezeichnendſten Säugethiergeſchlechter für die mittlere Tertiärperiode iſt das Genus Lophiodon, das faſt nur durch ſeine Zähne bekannt iſt, die denen des Tapirs ſehr nahe ſtehen. Sie haben im Ganzen zweiundvierzig Zähne, nämlich zwölf Schneidezähne, vier Eckzähne und vierzehn Backenzähne im Oberkiefer, während nur zwölf Backenzähne im Unterkiefer ſtehen. Die Zähne weichen nur durch geringe Modificationen, auf welche einzugehen hier zu weit führen würde, von den Tapiren ab. Man kennt jetzt ſchon eine Menge Arten, meiſt aus den mittleren Tertiärſchichten, — die Größe der bedeutendſten Art erreicht faſt die eines kleinen Nashornes.

771. Die Nashörner, von denen man wohlerhaltene Cadaver im ſibiriſchen Eiſe gefunden hat, die mit langen Haaren bedeckt waren, ganz ſowie das ſibiriſche Mammuth; — die Nashörner bieten in ihrer Bezahnung, Schädelform und Gliederſtructur ſo viel Eigenthümliches dar, daß ſie als ausgezeichnete Leiter für die oberſten Tertiärgebilde dienen können, in welchen ſie bis jetzt faſt allein gefunden wurden. Die Eckzähne fehlen den Nashörnern, Schneidezähne finden ſich keine oder zwei, Backenzähne ſieben in jeder Kieferhälfte. Jeder Backenzahn hat eine eigenthümliche Geſtalt, die leicht zu erkennen iſt. Der lange Schädel hat eine pyramidaliſche Form und zeichnet ſich durch die zu einem Wulſt vereinigten Naſenbeine aus, auf welchen die der Haut angehörigen Hörner ſitzen. Eine foſſile, ſehr häufig vorkommende Art (Rhinoceros tichorhinus, Fig. 337), die erſtaunlich große Hörner hatte, beſitzt eine knöcherne Naſenſcheidewand, die dem Horne noch einen feſteren Stützpunkt verleiht. Ungegründete Phantaſien alterthumſeliger Mährchenliebhaber hatten aus den foſſilen Rhinoceroshörnern Klauen des Vogels Greif oder des Vogels Rock gemacht, der in tauſend und eine Nacht eine ſo bedeutende Rolle ſpielt.

Fig. 337.

Schädel von Rhinoceros tichorhinus. Aus dem ſibiriſchen Sande.

Die osteologischen Charaktere der Elephanten, nach denen allein die fos- §. 772
len Reste dieser Thiere bestimmt werden können, sind äußerst leicht fest-
zustellen und so hervortretend, daß Verwechselungen unmöglich sind. Die
Backenzähne dieser Thiere (Fig. 338) sind aus senkrechten Blättern oder

Fig. 338.

Backenzahn von Elephas primigenius. Von der Kaufläche aus gesehen.

Lamellen zusammengesetzt, welche aus Zahnsubstanz mit umgebendem Schmelz bestehen und durch ein eigenthümliches Cäment mit einander verkittet sind. Es finden sich nie mehr als zwei solcher Zähne in jeder Kieferhälfte, oft nur einer; die Zähne ersetzen sich von hinten nach vorn, indem nach der Abnutzung des vorderen, der hintere an die Stelle tritt. Je älter das Thier, desto mehr Lamellen haben die Backenzähne. Die Form dieser Lamellen, die bald rautenförmig, bald oval, oder selbst schlangenförmig gewunden sind, bietet äußerst bestimmte Kennzeichen für die Art dar. Die Stoßzähne sind ebenfalls charakteristisch für die Elephanten, und nicht minder die zellige, blasige Beschaffenheit der Schädelknochen.

Man hat bis jetzt eine Menge fossiler Elephantenknochen in allen Theilen der Erde gefunden; kein Land ist aber so reich daran, als Sibirien und Nordasien überhaupt, wo der Boden wirklich von Elephantenknochen durchsetzt ist und mit dem fossilen Elfenbein ein ansehnlicher Handel getrieben wird. Merkwürdiger Weise hat man auch schon Cadaver solcher fossilen Elephanten oder Mammuthe mit Fleisch und Haar sehr wohlerhalten in dem Polareise Sibiriens an den Ufern der Lena gefunden und sich überzeugen können, daß das Mammuth mit einer Art Wolle bedeckt war, unter welche steife, stracke Haare gemischt waren. Offenbar scheint demnach der fossile Elephant Sibiriens auf ein rauheres Klima angewiesen gewesen zu sein, als die jetzigen Elephanten, die keine solche Hautbedeckung haben.

Den Elephanten nahe stehen die Mastodonten, ein durchaus ausgestorbenes §. 773
Geschlecht, das ebenfalls den gewölbten, zelligen Schädel mit den Höhlenräumen in den Knochen, die großen Stoßzähne im Oberkiefer und wahrscheinlich auch den Rüssel besaß. Die Backenzähne finden sich aber in größerer Anzahl, von ein bis zu vieren in jeder Kieferhälfte, so daß also das Mastodon sechszehn Backenzähne besitzen konnte, während beim Elephanten die Gesammtzahl nicht über acht steigen kann. Die Krone besteht aus einer Menge von zitzenförmigen, spitzen Hügeln, die in Querreihen geordnet sind und,

wenn sie sich abnutzen, rundliche oder ovale, ebenfalls quergereihte Abnutzungsflächen lassen. Die jungen Mastodonten besaßen ohne Zweifel in jeder Unterkieferhälfte einen verhältnißmäßig großen, gerade nach vorn gerichteten Stoßzahn, der, wie es scheint, auch bei einigen Arten im Alter blieb. Nach anderen Beobachtungen ist es wahrscheinlich, daß nur der rechte Stoßzahn im Unterkiefer bei den Männchen, nicht aber bei den Weibchen blieb. Man kennt mehre gewisse und viele sehr zweifelhafte Arten des Geschlechtes (Fig. 339 u. 340).

Fig. 339.

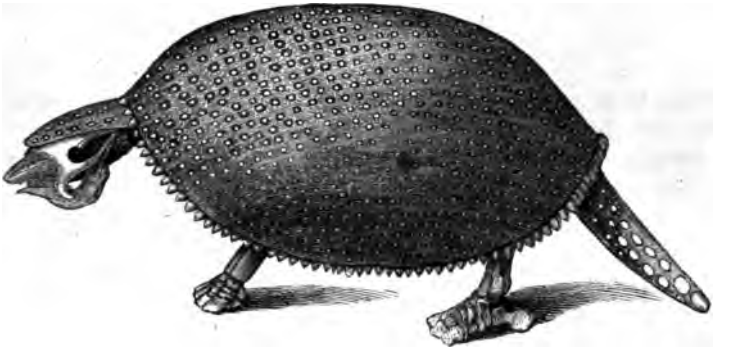
Backenzahn von Mastodon australis. Von der Seite gesehen.

Fig. 340.

Derselbe von der Krone aus.

774. Die in der jetzigen Schöpfung ausschließlich auf Südamerika beschränkten Gürtelthiere, die eine sehr bestimmte Familie der Zahnlosen (Edentaten)

Fig 341.

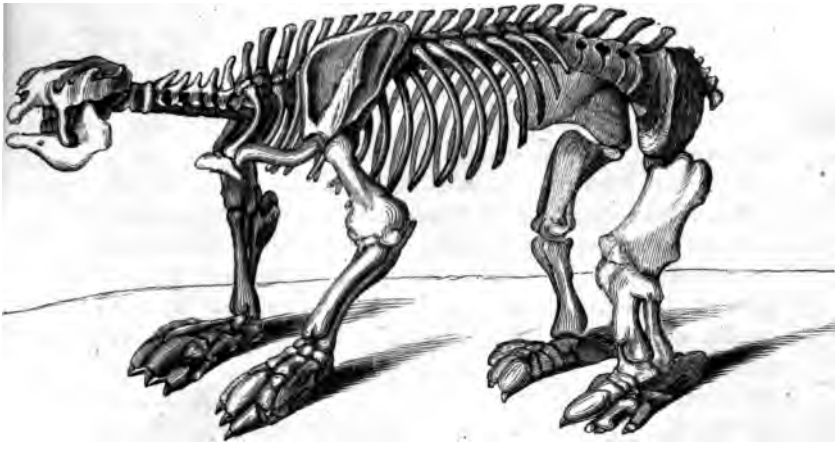


Glyptodon clavipes. Aus dem Sande des Pampasthones bei Buenos Ayres.

ausmachen, fehlten in der Tertiärzeit auch in Europa nicht. In Südamerika selbst waren sie durch einige gigantische Geschlechter vertreten, unter welchen die Glyptodon-Arten (Fig. 341) jetzt am vollständigsten bekannt sind. Diese Thiere, deren Panzer allein (Kopf und Schwanz ungerechnet) fast 6 Fuß Länge erreichte, hatten schwere, plumpe Füße mit plattgedrückten, kurzen Zehengliedern; weder Schneide- noch Eckzähne (wie alle Zahnlosen), aber acht Backenzähne in jedem Kiefer, die eine sehr eigenthümliche Structur haben; ihr Panzer war aus sechseckigen Schildern zusammengesetzt. Die Panzerstücke kennt man schon seit längerer Zeit; sie waren früher dem Megatherium zugeschrieben worden.

Die Megatherien (Fig. 342) sind durch mehre vollständige Skelette bekannt, welche in Südamerika aufgefunden und in Madrid und London aufgestellt wurden. Es waren gewaltige, schwerfällige Thiere, deren Kopf §. 7

Fig. 342.



Skelett von Megatherium Cuvieri.

sehr demjenigen des Faulthieres gleicht, indem der Schädel vorn abgestutzt ist. Ihre Größe stand zwischen derjenigen des Elephanten und des Nashornes mitten inne. Sie haben, wie alle Zahnlosen (Edentaten), weder Schneide- noch Eckzähne; die Backenzähne, achtzehn an der Zahl, zehn oben und acht unten, sind prismatisch, ohne Wurzel, mit flacher, rechtwinkeliger Krone. Der Unterkiefer ist ungemein schwer und massiv; der Jochbogen hat einen großen, absteigenden Fortsatz, um den gewaltigen Kaumuskeln mehr Raum zum Ansatze zu bieten. Die Schulter ist ungemein stark gebaut; Rabenschnabelbein und Schulterhöhe mit einander verwachsen, das Schlüsselbein sehr stark und dick; der Oberarm unten angeschwollen und

breit; die Unterarmknochen frei beweglich um sich selbst; die Füße gewaltig groß, mit mächtigen Endgliedern an den Zehen, welche scheidenförmig die Basis der gewaltigen, gekrümmten Krallen umschließen. Das Becken ist ungemein breit, flach, und seine Knochen außerordentlich dick; die Gelenkhöhle gänzlich nach unten gerichtet, so daß der Oberschenkel senkrecht eingelenkt ist. Der Oberschenkel ist wohl dreimal so breit als der des Elephanten; die Unterschenkelknochen ebenso ungemein breit und kurz — der Fuß breit, tappig, mit einem großen Nagel am Daumen bewaffnet. Der Schwanz ist ungemein stark und dick. Man glaubte früher, daß das Megatherium einen Panzer besessen habe in ähnlicher Art, wie die Gürtelthiere; — weitere Untersuchungen haben indeß bewiesen, daß die fossilen Panzerstücke nicht ihm, sondern wirklichen gigantischen Armadillen angehörten. Das Megatherium scheint einige Aehnlichkeit in seinen äußeren Formen wie in seiner Lebensweise mit den Faulthieren gehabt zu haben; vielleicht nur mit dem Unterschiede, daß es, statt auf die Bäume zu klettern, dieselben entwurzelte, wozu ihm seine langen, scharfen Nägel, die Beweglichkeit der Hand, das ungeheure Gewicht seines Körpers und der als Stütze brauchbare Schwanz treffliche Dienste leisten mußten.

776. Die reichen Sandlager des Rio Plata bei Buenos Ayres haben das vollständige Skelett eines sehr eigenthümlichen Thiergeschlechtes geliefert, von dem man jetzt drei Arten kennt. Die Mylodonten waren ebenso plumpe, unbeholfene, massive Thiere als die Megatherien, mit fünf Backenzähnen in dem Oberkiefer und vier in dem Unterkiefer, mithin achtzehn Zähnen im Ganzen, da ihnen Eck- und Schneidezähne fehlten. Die Füße dieser Thiere sind alle gleich lang; die vorderen fünfzehig, die hinteren vierzehig; die inneren Finger sind mit großen, scharfen, gekrümmten Krallen versehen, die beiden äußeren unbewaffnet. Der Schwanz ist kurz, aber beträchtlich breit und massiv. Die Zähne sind einfach, vorn mehr elliptisch, hinten breiter und selbst drei- und viereckig. Die eine Art, deren vollständiges Skelett in London sich befindet, erreichte 9 Fuß Länge (Fig. 343 auf der folgenden Seite).

777. Die Katzen sind ohne allen Zweifel unter den Fleischfressern diejenige Familie, welche vor anderen zu exclusiver Fleischnahrung bestimmt ist. Die Schnauze ist kurz, gedrungen; der Kiefer kurz, kräftig; die Kopfleisten zum Ansatze der Beißmuskeln ungemein entwickelt; die Klauen in eigenen Scheiden zurückziehbar, so daß ihre Schärfe beim Gehen nicht abgenutzt wird. Die Eckzähne sind scharf, messerartig; die Reißzähne sehr groß; die Höckerzähne rudimentär und die wenigen Backenzähne (zwei in jeder Kieferhälfte) ungemein scharf und durchaus nicht zum Kauen geeignet. Die Glieder sind schlank und kräftig zugleich, und der ganze Organismus im höchsten Grade vortheilhaft zum Raube eingerichtet. Man kennt namentlich im Diluvium und in den Höhlen mehre Arten von gewaltigen Katzen, die theilweise den

Fig. 343.

Mylodon robustus. Aus dem la Platagebiete.

Fig. 344.

Felis Smilodon. Aus Braſilien.

Löwen und Tiger an Größe übertrafen; die merkwürdigſte Art ohne Zweifel iſt eine neuerdings in Braſilien aufgefundene (Fig. 344 auf der vorhergehenden Seite), bei welcher die platten, dolchförmigen, gekrümmten Eckzähne eine ungeheure Länge erreichen, ſo daß das Unterkiefergelenk kaum Spielraum genug hat, um das Maul ſo zu öffnen, daß dieſe Zähne nicht über die Unterkiefer weggreifen.

§. 778. Die hundeartigen Raubthiere, welche keine zurückziehbaren Nägel beſitzen, ſind in den tertiären Gebilden hauptſächlich durch die Hyänen vertreten (Fig. 345 u. 346), welche ebenſo, wie die Bären, meiſt Höhlen bewohnten.

Fig. 345.

Kopf der Hyaena spelaea. Von der Seite geſehen.

Fig. 346.

Derſelbe von oben.

Der Zahnbau der Hyänen ſchließt ſich, durch die Beſchaffenheit der Backenzähne, beſonders an den Typus der ächten Fleiſchfreſſer, an die Katzen an; während der Gliederbau ſich demjenigen der Hunde nähert. Mit dem räuberiſchen Inſtinct Hand in Hand gehen die Länge und Größe der mittleren Schädelleiſte, zu deren beiden Seiten die mächtigen Kaumuskeln ſich anſetzen; der kurze, kräftige Unterkiefer; der ſtarke, muskulöſe Hals. Die Eckzähne ſind groß, ſtark, meſſerförmig; die Backenzähne zweilappig, ſchneidend; der Höckerzahn hat eine mittlere Größe. Man hat mehre Arten von Hyänen unterſchieden und Höhlen gefunden, in welchen ſie offenbar die einzigen Bewohner und die übrigen Knochen theilweiſe nur Reſte ihrer Mahlzeiten waren.

§. 779. Unter den Knochen der Höhlenbewohner ſtehen diejenigen der Bären vor allen durch Zahl oben an. Manche Höhlen waren durchaus nur von Bären bewohnt, und zwar meiſt von einer beſonderen Art, dem Höhlenbär,

Ursus spelaeus (Fig. 347 u. 348), der ſich durch ſeine bedeutendere Größe und ſeinen eigenthümlichen Schädelbau von allen anderen lebenden und foſſilen Arten unterſcheidet. Die Familie der Bären zeichnet ſich vor allen anderen Fleiſchfreſſern durch den Umſtand aus, daß ſie Sohlengänger ſind und nicht, wie Hunde oder Katzen, nur mit den Zehen, ſondern mit der ganzen Sohle den Boden berühren. Damit vereinigen ſich denn plumpere, kürzere Glieder, ſchwerfällige Bewegungen und geringere Wildheit, indem namentlich die jetzigen Bären auch neben der Fleiſchnahrung, die ſie nicht verſchmähen, Früchte und Wurzeln ſich zur Nahrung dienen laſſen. Auch das Zahnſyſtem läßt auf dieſe geringere Wildheit ſchließen. Die Eckzähne ragen kaum über die anderen Zähne hervor, ſind kurz und

Fig. 347.

Kopf des Ursus spelaeus, von oben geſehen.

Fig. 348.

Derſelbe von der Seite.

dick und mit gewaltig großer, voluminöſer Wurzel verſehen, die im Mißverhältniſſe zu der kleinen Krone ſteht; der Reißzahn iſt nicht ſehr entwickelt, höckerig und wenig ſchneidend; die Backenzähne dick und mit vielen ſtumpfen Höckerchen beſetzt. Die Lückenzähne ſind ſehr veränderlich in Zahl und Beſtand. Im Allgemeinen hält es, eben dieſer ſtumpfen Höcker der Backenzähne und der eigenthümlichen Form der Eckzähne wegen, nicht ſehr ſchwer,

dieſe Zähne und ſomit die Schädel der foſſilen Bären von denen anderer Fleiſchfreſſer zu unterſcheiden.

780. Ueberreſte von Affen, deren Exiſtenz im foſſilen Zuſtande man früher leugnete, ſind jetzt an mehren Orten in der alten und neuen Welt, und zwar in erſterer zum Theil in Breitengraden nachgewieſen worden, in welchen ſie jetzt nicht mehr vorkommen. Merkwürdiger Weiſe gehören die foſſilen Affen denſelben Ordnungen an, in welche die jetztlebenden Affen nach ihrer Herkunft ſich theilen; nämlich diejenigen der alten Welt mit 32 Zähnen, erhabenen Naſenlöchern und dünner Naſenſcheidewand, und diejenigen der neuen Welt mit 36 Zähnen, platter Naſe und breiter Naſenſcheidewand.

Fig. 349.

Foſſiler Unterkiefer eines Affen (Pithecus antiquus) von Sanſans.

Die Affen unterſcheiden ſich durch ihre Knochenreſte und ihren Zahnbau leicht von allen anderen Thieren. Die Zähne ſtehen in einer Reihe dicht neben einander ohne Lücke, wie beim Menſchen; die Schneidezähne ſind meißelartig ſchneidend; die Eckzähne coniſch, wenig über die anderen erhaben; die Backenzähne mit mehren ſtumpfen Höckern beſetzt. Man hat bis jetzt nur an zwei Orten in Europa Affenreſte gefunden: in Sanſans bei Auch (Departement du Gers in Südfrankreich) (Fig. 349) und in Kyſon in Suffolk, bei 52 Grad nördlicher Breite, während die jetzigen Affen nicht über den 37ſten Grad nördlich gehen.

Einiges über Tertiärgebilde im Allgemeinen.

781. Die große Mannichfaltigkeit der Tertiärbildungen mußte begreiflicher Weiſe das Verlangen erregen, dieſelben unter einzelne Perioden unterzuordnen. Es ergab ſich aus dem Studium dieſer Ablagerungen, daß man mehrfache Perioden ihrer Bildung unterſcheiden müſſe, indem theils die Ueberlagerung mehrerer beſtimmt geſchiedener Bildungen, theils die Vergleichung der darin eingeſchloſſenen Foſſilien Anhaltspunkte gaben, wonach man die Gleichzeitigkeit der räumlich getrennten Formationen beſtimmen zu kön-

nen hoffte. Man kam endlich dahin überein, dieſelben in drei Perioden zu theilen, welche man mit dem Namen Eocene, Miocene und Pliocene Periode belegte. Das Princip dieſer Eintheilung wurde namentlich in den Foſſilien geſucht, und wenn auch hiergegen Nichts zu erinnern wäre, ſo wurde doch auf der anderen Seite dieſe Eintheilung dadurch fehlerhaft, daß man nur das Verhältniß der Foſſilien zu den jetzt lebenden Muſcheln berückſichtigte. Man nahm als erwieſen an, daß in allen tertiären Ablagerungen foſſile Muſcheln und Schnecken vorkämen, welche mit den jetzt lebenden durchaus identiſch ſeien, und je nachdem man unter den Muſcheln eines Beckens eine mehr oder minder große Zahl ſolcher identiſcher Muſcheln fand, beſtimmte man die Periode, welcher daſſelbe angehören ſollte. Die älteſte oder Eocene Periode, als deren Typus der Londonthon und der Pariſer Grobkalk angenommen wurden, ſollte drei Procent lebender Muſcheln enthalten, d. h. unter hundert Species ſollten ſich ſiebenundneunzig ausgeſtorbene und drei lebende Species von Mollusken befinden. Als Typen der Miocenen Periode gelten die oberen Pariſer Schichten, von dem Sandſteine von Fontainebleau an und die Faluns der Touraine; — ſie ſollten 19 bis 26 Procent lebender Muſcheln enthalten. Die Pliocene Periode endlich, für welche die Subapenninenformation als maßgebendes Beiſpiel galt, hatte, als die jüngſte, die meiſten lebenden Muſcheln, nämlich 52 Procent, etwas mehr als die Hälfte der Geſammtzahl ihrer Arten.

§. 78

Neuere Unterſuchungen laſſen indeß ſehr an der Richtigkeit des Grundſatzes, auf welchem dieſe procentigen Schätzungen beruhen, zweifeln. Abgeſehen davon, daß ſich für jedes Becken faſt eine eigenthümliche Zahl von noch lebenden Arten herſtellen ließ, welche die Coordinirung der einzelnen Becken verwirrte, ſo behaupten einige neuere Autoren von größter Zuverläſſigkeit geradezu, daß in den Tertiärgebilden keine jetzt noch lebende Muſchel foſſil vorkomme, ſondern daß alle für identiſch angeſehene Arten von den lebenden ſpecifiſch verſchieden ſeien. Sie leugnen deshalb die Aehnlichkeit der foſſilen Arten mit den lebenden nicht, glauben aber durchgreifende Unterſchiede aufſtellen zu können, wodurch ſich ſolche analoge Arten als beſtimmt verſchieden erwieſen. Die Entſcheidung zwiſchen ſo ſchroff hingeſtellten Behauptungen, die ſich durchaus entgegenſtehen, beruht hauptſächlich auf der Art und Weiſe, wie die einzelnen Forſcher den Begriff der Species auffaſſen; indem die Einen glauben, daß die vorhandenen Verſchiedenheiten in das Bereich der Modificationen fallen, welche die Species erleiden kann, während die Anderen die Grenzen dieſer Modificationen enger ſtecken und die bemerkten Unterſchiede als Art-Charaktere auffaſſen. So ſehr wir auch glauben, daß die letzteren Anſichten wirklich die richtigen ſind, und daß demnach erſt nach genauer Sichtung der verſchiedenen Faunen eine zurei-

Unterkiefer eines Affen (Pithecus antiquus) von Sansans.

... Man hat bis jetzt nur an zwei ... in Sansans bei Auch (Depart... und in Kyson in Suffolk, ... jetzigen Affen nicht über den ...

Einiges über ...

... große Mannich... das Verlangen ... Es ergab ... mehrfache Perioden ... Ueberlagerung ... chung der da... die Gleichz...

... Schneidezähn ... meißelartig ... dend; die ... die anderen ... die Backen ...

chende Coordination der Tertiärgebilde möglich sein wird, so können wir doch nicht umhin, hier die einzelnen Gebilde anzuführen, welche man unter die drei genannten Perioden geordnet hat, da in den meisten neueren Schriften auf dieser Eintheilung gefußt wird.

783. Eocene Periode.

Frankreich. Die Schichten des Pariser Beckens bis zu den Gypsmergeln inclusive, plastischer Thon und Grobkalk. — Der Grobkalk von Bordeaux und derjenige von Noirmoutier in der Bretagne.

England. Der London-Thon nebst den Süßwasserschichten auf der Insel Wight und in Hampshire.

Deutschland. Das Mecklenburger Becken.

Belgien. Die untersten Schichten — Boom.

Nordamerika. Die Schichten des Missisippi-Gebietes.

Italien. Monte Bolca — Ronca?

784. Miocene Periode.

Frankreich. Becken von Bordeaux — Faluns der Touraine — obere Schichten des Pariser Beckens — untere Schichten der Auvergne — Braunkohlenschichten, Kalke und Gypse des Languedoc — Molasse und Moëllonkalk derselben Gegend (wahrscheinlicher zum Pliocen gehörend) — Süßwasserkalke von Aix (?).

England. Crag in Suffolk und Norfolk.

Deutschland. Becken von Mainz — von Georgensgemünd — Tegel von Wien. — Untere Schichten in Ungarn — Becken von Polen, Podolien ꝛc.

Schweiz. Molasse (?).

Italien. Superga — Becken von Ronca?

785. Pliocene Periode.

Frankreich. Obere Becken der Auvergne — Becken der Landes — La Bresse.

England. Obere Schichten des Crag? Norwich-Crag.

Deutschland. Hessisch-Westphälisches Braunkohlen-Becken — Oeningen.

Italien. Subapeninnen — Sicilische Ablagerungen — Arnothal.

Südamerika. Die Pampas; Brasilischer Knochenthon.

Knochenhöhlen, Knochenbreccien und ältere Anschwemmungen aller Länder.

Betrachtet man die Vertheilung der fossilen Säugethiere aus der Tertiärzeit hinsichtlich der Aufeinanderfolge der Schichten, in welchen sie sich finden, so lassen sich folgende Beziehungen herstellen.

In der ältesten Tertiärzeit, während des Absatzes des Grobkalkes

und Londonthones, herrſchten hauptſächlich eigentliche Dickhäuter vor, welche ſämmtlich ausgeſtorbenen Geſchlechtern angehörten. Die Paläotherien, die Anoplotherien mit ihren Untergeſchlechtern haben keine lebenden Repräſentanten mehr. Dagegen findet man deren unter den Fleiſchfreſſern, Nagern und Handflüglern jener Zeit; — einige Reſte werden dem Genus Canis, Viverra, Myoxus, Vespertilio zugeſchrieben. Alle dieſe Thiere gehören zu den kleineren Säugethieren; das Palaeotherium magnum, das größte Säugethier aus der Grobkalkzeit, hatte die Größe eines Pferdes, und der größte Fleiſchfreſſer übertraf den Wolf an Stärke nicht. Es iſt demnach eine durchaus falſche Anſicht, die aus jenen Zeiten herſtammt, wo man die Tertiärgebilde noch nicht ihrem Alter nach zu ordnen wußte, wenn man behauptet, die Säugethiere hätten mit gigantiſchen Formen begonnen. Die Wiederkäuer fehlen, wie es ſcheint, gänzlich in den älteren Tertiärgebilden; dagegen hat man im Grobkalke eine ächte Beutelratze gefunden, während in der jetzigen Zeit die ſämmtlichen Beutelthiere nur in Amerika und dem auſtraliſchen Continente ſich finden. Die richtige Beſtimmung der dahin gehörigen Reſte iſt außer allem Zweifel, und es beweist dieſes Beiſpiel, daß auch hier, wie bei anderen Claſſen, die bei dem erſten Auftreten vorkommenden Formen überall ausgebreitet ſind und erſt ſpäter in beſondere Localitäten ſich einſchränken.

§. 7

Während der ſogenannten Miocenen Periode zeigen ſich noch einige wenige Arten von Paläotherien; neben ihnen aber treten andere Dickhäuter auf, die ſie zum Theile erſetzen. Die Lophiodonten zeigen ſich in großer Anzahl und in verſchiedenen Arten, Nashörner mit Schneidezähnen (Acerotherium incisivum) und ohne dieſelben (Rh. Schleiermacheri, minutus). Die größeren rüſſeltragenden Pachydermen zeigen ſich repräſentirt durch mehre Arten von Maſtodon, und vielleicht auch durch die ihrer Claſſification nach ſehr zweifelhaften Dinotherien. — Die Fleiſchfreſſer werden zahlreicher und größer; einige Arten von Amphicyon und Hyänodon, ſowie mehre Pantherarten bewohnten Europa. Die Wiederkäuer treten mit dem eigenthümlichen Geſchlechte Paläomeryx, mit eigentlichen Hirſchen, Moſchus- und Antilopen-Arten auf; die Nager erhalten ſich etwa in gleicher Anzahl.

§. 7

In der Diluvialperiode endlich erhalten die Fleiſchfreſſer eine ungewöhnliche Entwicklung. Nicht nur vermehren ſich die Arten und die Individuen derſelben, die wir in den Anſchwemmungen, den Höhlen und Breccien finden, ſondern auch die analogen Arten ſind viel größer und ſtärker, als in der Jetztwelt. Die Bären, Hyänen treten jetzt erſt auf; die Katzen zeigen Arten, welche unſere jetzigen Löwen und Tiger an Größe übertreffen. Neben dieſen gewaltigen Raubthieren zeigen ſich jetzt erſt Elephanten, Flußpferde, Rhinoceros-Arten eigenthümlicher Geſtaltung,

worunter namentlich das Rh. tichorchinus, deſſen ungemein lange Hörner einer knöchernen Naſenſcheidewand bedurften, um einen ſtärkeren Stützpunkt zu haben. Zahlreiche Wiederkäuer, Hirſche, Rehe, Ochſen, Antilopen, eine Menge von kleineren Nagethieren bewohnen mit den Fleiſchfreſſern gleichzeitig die Erde, und eine ziemlich bedeutende Anzahl von Phoken, Wallfiſchen und Delphinen, durchfurchen das Meer.

§. 789. Die verticale Vertheilung der Säugethiere würde demnach die Aufſtellung von drei verſchiedenen Gruppen rechtfertigen, als deren untere Grobkalk und Londonthon, und als obere Diluvium, Höhlen und Breccien gelten müßten, während die übrigen Gebilde in eine mittlere Gruppe zuſammengehören. Es iſt in der That jetzt erwieſen, daß die Säugethiere dieſer drei Gruppen alle ſpecifiſch von einander verſchieden ſind, und daß nur durch Aufwühlung und Wegſchwemmung Reſte, die aus älteren Tertiärformen ſtammen, zuweilen zum zweiten Male in jüngeren Bildungen abgelagert ſind. Ob die Fauna des Diluviums auch Arten enthalten habe, welche von den jetzigen ſpecifiſch nicht abweichen, iſt eine noch unentſchiedene Frage; die ausgezeichnetſten Formen aus jener Zeit, Bären, Hyänen, Katzen, Elephanten ꝛc. ſind ohne allen Zweifel ſpecifiſch von den jetztlebenden verſchieden, während namentlich bei den Nagern und Wiederkäuern die Sache noch nicht recht ermittelt ſcheint. Eine andere Frage, die ebenfalls noch genauerer Unterſuchungen bedarf, iſt die, ob es gelingen könne, die bezeichnete mittlere Tertiärperiode in mehre Abtheilungen zu zerlegen. So ſcheinen die Becken von Oeningen, theilweiſe vielleicht auch der obere Knochenſand der Rheinebene und die ſchweizeriſche Molaſſe Formationen anzugehören, welche jünger ſind, als die Ablagerungen von Sanſans oder Georgen-Gemünd; — indeß kann hierüber noch kein definitives Urtheil gefällt werden, da die vergleichenden paläontologiſchen Studien über dieſe mittleren Tertiärgebilde noch nicht auf den wünſchbaren Grad von Sicherheit gelangt ſind.

§. 790. Die geographiſche Verbreitung der Thiere während der Tertiärzeit, und namentlich während des Endes derſelben ſcheint auf den erſten Blick von derjenigen, welche wir heute beobachten, bedeutend abzuweichen. Die Diluvialzeit namentlich fordert hier zu ernſteren Unterſuchungen auf, da ſie bis jetzt aus allen Ländern große Mengen foſſiler Reſte geliefert hat, während die Eocene und Miocene Periode nur in Europa gehörig bekannt ſind, mithin keine Anhaltspunkte zur Vergleichung bieten. Die Diluvialzeit bietet nun allerdings bedeutende Contraſte mit der Jetztwelt. England und das nördliche Europa ſind nicht nur von Bären, Pferden, Ochſen und ähnlichen Thieren bewohnt, welche jetzt noch Analogien bieten, ſondern auch Hyänen, Löwen, Tiger, Elephanten, Nashörner und ähnliche Thiere, welche jetzt auf dem europäiſchen Continente nicht mehr vor-

kommen, finden ſich in Menge unter den Knochen des Diluviums. Aehnliche Mißverhältniſſe bieten ſich in Aſien dar. Sibirien, das kaum noch einige wenige Thiere des Nordens ernähren kann, war von Elephanten und Nashörnern bewohnt, deren analoge Arten jetzt nur noch in ſüdlichen Zonen vorkommen.

§. 791 Wären demnach die Vergleichungen nur auf die angeführten Länder des europäiſch-aſiatiſchen Continentes beſchränkt, ſo müßte man anerkennen, daß die geographiſche Verbreitung der Säugethier während der Diluvialzeit durchaus keine Analogie mit derjenigen der Jetztwelt hat. Zieht man aber andere Continente zu Rathe, ſo ſtellt ſich dieſes Uebereinkommen wieder her. Zuerſt iſt hier freilich als Grundſatz feſtzuhalten, daß die Abtheilung der alten Welt in drei Continente Europa, Aſien und Afrika durchaus unſtatthaft erſcheint. Die Grenze zwiſchen Europa und Aſien iſt auch jetzt eine durchaus willkürliche; — und zwiſchen Europa und Afrika hat die Natur ſelbſt in hiſtoriſcher Zeit keine ſolche gezogen. Die meiſten Säugethiere und Pflanzen, welche in Nordafrika vorkommen, der Löwe, der Schakal, die Hyäne, der gemeine Affe, das Stachelſchwein, das Kameel, die Zwergpalme, ſind entweder noch in den ſüdlichen Ländern Europa's einheimiſch, oder waren es doch in hiſtoriſchen Zeiten und ihre Entfernung iſt nur eine Folge der Civiliſation. Eine Grenze zwiſchen dieſen Continenten abzuſtecken, iſt ſonach unmöglich, und es zeigen ſich, auf dieſe Weiſe betrachtet, drei große Länderabtheilungen, die alte Welt, Amerika und Auſtralien, deren Schöpfungen zur Diluvialzeit und im hiſtoriſchen Zeitraume mit einander verglichen werden müſſen.

§. 79 Hier zeigt ſich denn die merkwürdigſte Uebereinſtimmung hinſichtlich der Typen, welche in den verſchiedenen Faunen dargeſtellt ſind. Die Elephanten, Nashörner, Nilpferde, Hyänen ꝛc. ſind auf den europäiſch-aſiatiſchen Continent, wie jetzt, auch zur Diluvialzeit beſchränkt, und es zeigt ſich nur das allgemeine Geſetz, daß alle Typen viel weiter nach Norden gehen, als die ihnen jetzt angewieſenen Grenzen reichen. Die großen Katzen, die Hyänen gehen bis nach England, während ſie in den hiſtoriſchen Zeiten die Küſtenländer des Mittelmeeres nicht überſchritten; die Elephantenreſte bedecken den Boden Sibiriens und der Eismeerküſten. Offenbar konnten ſolche gewaltige Thiere, wie die Mammuthe und Nashörner, nicht in einem Lande leben, deſſen Pflanzenwuchs ſo ärmlich war, wie derjenige der nordiſchen Länder; — es iſt demnach erwieſen, daß der Continent der alten Welt in ſeiner nördlichen Hälfte ein viel wärmeres Klima gehabt haben mußte, als jetzt der Fall iſt. Indeß iſt man mit dieſen Schlußfolgerungen auch in mancher Beziehung zu weit gegangen, wenn man den Eismeerküſten, einzig auf dieſe Thatſachen geſtützt, ein tropiſches Klima zuſchreiben wollte; das dichte Wollhaar, womit die Mammuthe bedeckt waren, be-

weist, daß der diluvianische Elephant für ein weit kälteres Klima geschaffen war, als der jetztlebende mit seiner kahlen Haut, und jetzt schon gehen die Elephanten in Asien und Südafrika weit über die Grenzen der tropischen Klimate hinaus.

§. 793. Ein durchaus verschiedener Typus zeigt sich in den amerikanischen und neuholländischen Thierresten. Dort, in den Knochenhöhlen Brasiliens und den Thonen der Pampas liegen die Knochen einer Schöpfung, in welcher die zahnlosen Säugethiere, Faulthiere, Gürtelthiere, Megatheriden, Ameisenfresser ꝛc. überwiegen, Typen, welche jetzt nur noch in Amerika angetroffen werden; hier, in Neuholland und Neuseeland, finden sich die Beutelthiere in eigenthümlichen Formen entwickelt, deren analoge Weiterbildung in den jetztlebenden Bewohnern dieser Landstriche nicht verkannt werden kann.

§. 794. Nur einige wenige Ausnahmen von dem Gesammtbilde dieser schon in der Diluvialzeit ausgeprägten Typen verschiedener Faunen finden sich, die bemerkenswerth sind. Es können hier nicht die Beutelratzen erwähnt werden, welche man im Gypse von Montmartre gefunden, — sie gehören einer älteren Zeit an und es ist vor allen Dingen bei Schilderungen untergegangener Schöpfungen nöthig, sich genau an die Zeit zu halten, welcher die gefundenen Reste angehören. Wohl aber ist es auffallend zu sehen, daß einige unzweideutige Reste auf die Existenz des Orycteropus, der jetzt auf Afrika beschränkt ist, schließen lassen; daß eigenthümliche Arten von Pferden zur Diluvialzeit in den Pampas lebten, während in historischer Zeit das Pferd erst von Europa aus eingeführt wurde, und endlich, daß das Mastodon über die ganze Erde in eigenthümlichen Arten verbreitet war, indem man Reste dieses Geschlechtes nicht nur in der alten Welt, sondern auch in Amerika und Neuholland gefunden hat. Indeß sind die Arten von einem Continente zum anderen unterschieden, und die allgemeine Verbreitung des Geschlechtes kann nicht auffallen, da es auch jetzt noch Geschlechter giebt, welche in eigenthümlichen Arten über die ganze Erde verbreitet sind.

§. 795. Als Resultat der vergleichend paläontologischen Forschungen über die Diluvialzeit geht demnach die bestimmte Ansicht hervor, daß die geographische Verbreitung die Existenz dreier Continente beweise, welche eigenthümliche Faunen besaßen, deren Typen noch heute fortdauern, und daß die verschiedenen Thiergeschlechter im Allgemeinen weit mehr nach Norden sich erstreckten, als dies jetzt der Fall ist, die nördliche Erdhälfte mithin wärmer war; ein Schluß, der sich auch durch Vergleichung der übrigen Thierclassen, namentlich der Mollusken, als vollkommen richtig darthun läßt, worauf einzugehen, hier zu weit führen würde.

Erratische Erscheinungen.

(Phénomènes erratiques. Terrain erratique. Findlings-Blöcke.)

§. 71 Schon seit den ältesten Zeiten waren selbst minder aufmerksame Beobachter durch eine große Menge von oft gigantischen Felsblöcken überrascht worden, die man an vielen Orten theils in Ebenen, theils auf Berggehängen antraf und die früher von entfernten Ursprungsstellen an ihre jetzigen Lagerstätten gelangt waren. So die vielen Geschiebe und Findlingsblöcke der nordischen Ebenen, die offenbar von den schwedischen Gebirgen herrührten, die Blöcke in der ebenen Schweiz und auf den Abhängen des Jura, deren krystallinische Zusammensetzung ihre Abstammung aus den Alpen beurkundete. Anfangs waren nur die Blöcke an sich Gegenstand der Untersuchung; später ward man auch auf gewisse begleitende Erscheinungen aufmerksam, deren Wichtigkeit bald mehr und mehr hervortrat, um so mehr, als die verschiedensten Theorien zur Erklärung des Fortschaffens der Blöcke gesucht wurden und man zu ihrer Stützung und zur Bekämpfung der Gegner zu Thatsachen jeder Art seine Zuflucht nehmen mußte. Wir werden in dem Nachfolgenden zuerst die Thatsachen untersuchen und dann auf die daraus zu entnehmenden Folgerungen eingehen.

Erratische Erscheinungen in der Schweiz.

§. 72 Die ebene Schweiz, deren ganzer Raum von einer einzigen tertiären Bildung, der Molasse, erfüllt ist, zeigt unmittelbar unter der Dammerde und selbst mit dieser vermischt und aus derselben hervorragend, eine große Menge erratischer Blöcke aller Art, die aus den Alpenthälern selbst stammen und bis weit an den Jura hinauf verbreitet sind. Um die Verbreitung dieser Gesteine genauer zu untersuchen, werden wir dieselben von den Alpenthälern aus durch die Ebene bis zum Jura verfolgen.

Die meisten Alpenthäler, welche zu den höheren Kämmen hinanführen, sind in dem Grunde ihrer Erstreckung mit Gletschern erfüllt, welche von den Höhen herabsteigen. Die Untersuchung dieser Eismassen und der von ihnen hervorgebrachten Wirkungen gehört einem späteren Kapitel an, wo wir von den jetzt noch auf der Oberfläche thätigen Agentien reden werden. In dem Grunde der Alpenthäler findet sich nun namentlich da, wo größere Erweiterungen des Thales sich zeigen, der Boden mit mehr oder minder abgerundeten Geröllen bedeckt, welche meist eine vollkommen horizontale Fläche bieten, und fast das Aussehen haben, wie wenn sie in einem See abgelagert wären. Indeß haben diese Gerölle meist eigenthümliche Gestalten; sie sind meist nicht rund, sondern abgeplattet auf einer Seite; oft auch nur auf einer Seite zugerundet, während sie an mehren Stellen ihre ursprünglichen scharfen Kanten behalten haben und auf ihrer Ober-

fläche zeigen ſich eigenthümliche, gerade, ſcharf eingeritzte Furchen und Streifen, die wie mit einem Grabſtichel eingeritzt erſcheinen. Die meiſten dieſer Alpengerölle, die man in allen Erweiterungen der größeren Thäler jetzt gefunden hat, wo die Bergſtröme ſie nicht weggeſchwemmt haben, zeigen ſolche eigenthümliche Ritzen und Streifen auf der Oberfläche und unterſcheiden ſich dadurch weſentlich von den Geröllen, die noch jetzt täglich an den Ufern unſerer Bäche, Flüſſe und Seen gebildet werden. Die geritzten Alpengerölle verlieren auch allmählich ihre Streifen, wenn ſie von den Bergſtrömen weiter in's Thal hinabgerollt werden.

§. 798. Außer dieſen Geröllen bemerkt man ſowohl im Thalgrunde, als auf den Gehängen beider Seiten, wenn dieſelben nicht zu ſteil ſind, Ablagerungen gewaltiger Blöcke, die offenbar aus dem Hintergrunde des Thales ſtammen und nicht von den Seitenwänden herabgefallen ſind. Der beſte Beweis für dieſe Abſtammung aus dem Thalhintergrunde wird durch die Beſchaffenheit dieſer Felſen geliefert, welche oft von derjenigen der Seitenwände abweicht, indem ſie z. B. aus Gneiß oder Granit beſtehen, während die Thalwände aus Serpentin oder Kalk gebildet ſind.

Fig. 350.

Erratiſcher Block von Monthey im Canton Waadt.

Oefter erſcheinen dieſe Blöcke, die zuweilen 40 bis 60 Fuß im Durchmeſſer haben, namentlich die in den Thalwänden befindlichen, nur iſolirt hie und da zerſtreut an Stellen, wo ſich gerade ein Plätzchen findet, das ihnen

einen Ruhepunkt gewährt; ſie zeigen ſich in vielen Fällen auf einer ſchmalen Kante oder einer kleineren Fläche ruhend, — ja zuweilen ſelbſt ſind einige derſelben ſo auf einander gethürmt, als hätte man die für Erhaltung des Gleichgewichtes ſchwierigſte Stellung gewählt.

In anderen Fällen aber bilden dieſe Blöcke zuſammenhängende **Wälle**, §. 79
die ſich entweder längs der Thalwände hinziehen oder auch auf dem Thalgrunde querüber von einer Seite zur anderen ſich ausſpannen. Solche Wälle beſtehen aus einer unregelmäßigen Anhäufung von Trümmern jeglicher Geſtalt und Größe, die meiſt ihre Ecken und Kanten ebenſo wohl erhalten haben, als wären ſie friſch abgeſprengt worden, und zuweilen mit denſelben geritzten Geröllen gemiſcht ſind, die den Grund der Alpenthäler decken. Sand und Grand füllen meiſt die Zwiſchenräume dieſer Schuttwälle aus, deren Exiſtenz man jetzt in den meiſten Thälern der Alpen von ihrem Urſprunge an bis zu ihrer Ausmündung nachgewieſen hat. Die Wälle, welche an den Seitenwänden ſich hinziehen, ſind ſelten von bedeutender Länge, da die Unregelmäßigkeit und Steilheit der Wände ſie oft unterbricht; ſie bilden aber Linien, welche ſo ziemlich in demſelben Niveau bleiben. Die Wälle in den Thalgründen haben alle eine mehr oder minder bogenförmige Geſtalt, und zwar iſt die Convexität dieſes Bogens nach unten gegen den Thalausgang hin gerichtet, während die Schenkel deſſelben ſich oft noch weit längs der Thalwände hin nach oben gegen den Urſprung des Thales hin verfolgen laſſen. Zuweilen bieten die Wälle förmlich geſchloſſene Halbmonde dar; meiſt aber ſind ſie mehrfach von den Bergſtrömen, die längs der Thalſohle hinbrauſen, durchbrochen und zerſtückelt.

Das äußere Anſehen dieſer Schutthaufen wechſelt ſehr, je nach der §. 80
Höhe, in welcher man ſie antrifft. Die an dem oberſten Ende des Thales in der Nähe des Gletſchers befindlichen erſcheinen durchaus als regelloſe Schutthaufen mit nackter Oberfläche. Weiter nach unten beginnt Gras und Alpenkräuter in den Zwiſchenräumen zu ſproſſen; eine Schicht Dammerde mit dichtem Raſen deckt die noch tiefer im Thale befindlichen Wälle, und nur die Kanten der größeren Blöcke ragen aus der grünen Decke hervor; gegen den Ausgang des Thales hin endlich muß man die Schuttwälle meiſt im Walde oder ſelbſt in den Dörfern ſuchen, indem Tannen und Häuſer ſich oft auf dem Schuttboden angeſiedelt haben. Dieſe halbmondförmigen, alten Schuttwälle finden ſich meiſt in den Thalerweiterungen an der Ausmündung und bieten dann den Aelpleren eine gewiſſe Erhöhung über der Thalſohle und für ihre Wohnungen Schutz vor Ueberſchwemmungen. Ihre Exiſtenz hat ſogar öfter auf die jetzige Bildung der Erdoberfläche bedeutenden Einfluß geübt. Viele Alpenſeen ſind nur dadurch gebildet, daß die Thalmündungen durch ſolche Schuttwälle verſchloſſen ſind,

hinter welchen die Gewässer aufgestaut sind. Der Garda-See in der Lombardei besteht nur durch einen solchen Schließungswall. Indeß sind diese Schuttwälle nicht auf die Thalkessel beschränkt; die größten Blockanhäufungen finden sich im Gegentheile oft gerade auf den Querrücken, welche zuweilen die einzelnen Erweiterungen der Alpenthäler trennen, während in den kesselförmigen Vertiefungen vor und hinter diesen Querrücken nur wenige Blöcke zerstreut sind.

801. Mit der Zerstreuung der erratischen Blöcke innerhalb der Alpenthäler geht eine andere Erscheinung Hand in Hand, deren Bedeutung erst in der neuesten Zeit in's Licht gesetzt wurde; ich meine die Abrundung, Glättung und Streifung der Felswände. In allen Thälern, deren Felswände aus Gesteinen zusammengesetzt sind, welche nicht leicht verwittern, findet man bis zu einer gewissen Höhe nur abgerundete, bauchige Formen, sogenannte Rundhöcker (Roches moutonnées). Die Oberflächen dieser Rundhöcker sind geglättet, oft in so ausgezeichnetem Maße, daß sie wahre Spiegelflächen darstellen, und geritzt, wie die Gerölle der Alpenthäler. Die Ritzen und Streifen stellen sich aber erst auf den großen Flächen der Rundhöcker in ihrer vollen Eigenthümlichkeit dar. Es sind gerade feine Linien, die in durchaus straeker Richtung über alle einzelne Elemente des Gesteines verlaufen und bei dem Granite oder Gneiße z. B. ebenso gut über den Feldspath als über den Quarz sich hinziehen. Im Allgemeinen zeigt sich in diesen Ritzen eine bestimmte Richtung, und zwar laufen sie stets mehr oder minder der Thalsohle parallel; im Einzelnen aber zeigen sich größere und kleinere Abweichungen und oft förmliche Kreuzungen der Streifen. Die Natur dieser Rundhöcker, der Schliffe und der Streifen ist durchaus unabhängig von der Felsart. — Sie finden sich auf Granit, Gneiß und Glimmerschiefer so gut als auf Kalk und Serpentin; nur die schnell und leicht verwitternden Felsarten zeigen keine Spur davon.

802. Sehr wichtig für die Auffassung des gesammten Phänomens erscheint die obere Höhengrenze dieser Rundhöcker, die sich in den meisten Alpenthälern leicht beobachten läßt und stets, auch aus der Ferne, durch die besondere Form der Berge leicht erkenntlich ist. Die Rundhöcker, die sanften, wellenförmigen, glatten Gestalten nehmen bei einer scharf markirten Linie ein Ende und darüber erheben sich wilde Zacken mit scharfen Kanten, rauhe, unregelmäßige Formen, die gar sehr mit den abgeschliffenen Flächen contrastiren. In den meisten Thälern kann man nur streckenweise diese obere Grenzlinie der Rundhöcker sehen und dann scheint sie vollkommen horizontal; bei Ueberblick beträchtlich langer Thäler aber, wie z. B. des Haslithales, des Rhonethales, oder bei vergleichenden Messungen zeigt sich, daß diese Linie im Hintergrunde der Alpenthäler etwa bei 9000 Fuß absoluter Höhe unter den Gletschern hervortritt; daß sie allmählich gegen den

Ausgang der Thäler hin mit einem Falle von 1 bis 1½ Graden sich senkt und bei den Thalmündungen eine Höhe von 5 bis 6000 Fuß innehält. Die Linie ist demnach im Ganzen weit weniger geneigt, zeigt einen weit geringeren Fall, als der Fall der Thalsohle ist.

Es versteht sich von selbst, daß alle die aufgeführten Erscheinungen in §. 8
ihrem Zusammenhange aufgefaßt werden müssen, um ein Bild zu geben, an welches man sich die Vorstellung über die Kraft, welche sie bewirkte, anknüpfen könne. Daß diese Kraft aus dem Hintergrunde des Thales, und zwar jedes einzelnen Thales, kam, beweist 1. die Zusammensetzung der geritzten Gerölle und der Findlingsblöcke der Thäler selbst. Die an der Thalmündung befindlichen Blöcke und Wälle bieten stets eine vollständige Sammlung aller in dem Thalgebiete vorkommenden Felsarten dar, und wenn in einzelnen Seitenthälern oder im Hintergrunde des Thales selbst ausgezeichnete Gesteine anstehen, die man leicht vor den übrigen kennen kann, so läßt sich meist nach den einzelnen Trümmern, denen man thalaufwärts folgt, der Weg bis zu ihrer Ursprungsstätte verfolgen, und man kann so auf die leichteste Weise zeigen, daß die Blöcke und Gerölle nach ihrer Ablösung durch irgend eine Kraft thalabwärts bewegt wurden. Diese Verfolgung der Findlinge bis zu ihrer Ursprungsstätte geschieht um so leichter, als nie die Gesteine von dem einen Thalufer auf das andere übergehen, selbst wenn das Thal sich sehr bedeutend verengt. So findet man die Euphotide von Saas, die Puddinge von Valorsine stets nur auf der südlichen Seite des Rhonethales, nie auf der gegenüberstehenden. 2. Durch die Richtung der Streifen, die in jedem Thale mit der Axe der Thalsohle parallel läuft und nach unten geneigt ist. Nur bei plötzlichen Verengerungen des Thalbettes ereignet es sich zuweilen, daß die Richtung der Streifen aufwärts geht. In den Seitenthälern fällt die Richtung der Streifen mit der Axe der Seitenthäler zusammen und geht an den Ausmündungen in die Streifenrichtung des Hauptthales über.

Fassen wir demnach noch einmal die erratischen Erscheinungen, welche §. 8
die Alpenthäler bieten, kurz zusammen, so bestehen diese in thalabwärts geführten Fragmenten, bald von bedeutender Größe, Blöcken mit scharfen Kanten und Ecken, die zuweilen in Form eigenthümlicher Längs- und Querwälle abgelagert sind, bald von geringerer Größe, unregelmäßigen Geröllen mit geritzter Oberfläche und meist von eigenthümlicher Form, und ferner in abgeschliffenen, geglätteten, abgerundeten Felsformen (Rundhöckern), auf deren Oberfläche feine, geradlinige Ritzen und Streifen eingegraben sind, die mit der Thalsohle parallel laufen.

In der ebenen Schweiz ändern sich die Verhältnisse. Vor allen Din- §. 8
gen fehlen hier fast durchaus alle Ritzen und Schlifflächen, und zwar aus dem

einfachen Grunde, weil hier nur Molasse, Sand und Nagelflue, d. h. lauter äußerst leicht verwitternde Felsarten, vorkommen, deren Oberfläche allenfalls erhaltene Eindrücke durchaus nicht bewahren kann. Indessen hat man doch an einzelnen Stellen, wie z. B. auf dem Pelérin bei Vevey, Flächen von harter Nagelflue gefunden, welche sehr deutliche Schliffe mit Ritzen und Streifen zeigten; zum Beweise, daß nur die Natur des Gesteines die Erhaltung dieser Erscheinungen in den meisten Gegenden der ebenen Schweiz verhinderten. Dagegen beobachtet man überall ausgedehnte Zerstreuungen von Blöcken über die Ebene, die in der Nähe der Alpen bis zu 4000 und mehr Fuß absoluter Höhe ansteigen, so daß die meisten Molassenberge bis zu ihrem Gipfel mit Blöcken besäet sind. Meist erscheinen die Blöcke regellos über die Ebene zerstreut; nur an einigen Orten hat man Wälle gefunden, ähnlich denen, welche in den Alpenthälern vorkommen. So zeigt sich namentlich in der Nähe von Bern ein gewaltiger, etwa 100 Fuß hoher, bewaldeter Blockwall, das Hühnli genannt, der in weitem Halbmonde das Aarthal durchsetzt und aus sandigem Lehme, geritzten, runden Geschieben und großen eckigen Blöcken von mehren Fußen im Durchmesser zusammengesetzt ist. Dieser ruht, wie alle zerstreut umherliegenden Blöcke der oberen Schweiz, unmittelbar auf den geschichteten Sand- und Kieslagern, welche die Molasse an vielen Orten bedecken und deren wir oben gedachten.

806. Wenn indeß hinsichtlich der Vertheilung der Blöcke an sich es nur selten gelingt, solche Wälle, wie den angeführten, in der Ebene zu beobachten und auch diese Beobachtungen stets schwieriger werden, da die Blöcke in der Ebene auf mannichfache Weise zu Bau-, Pflaster- und Chausséesteinen ausgebeutet werden, so ist auf der anderen Seite das mineralogische Studium der Blöcke ungemein wichtig, indem es die Beziehungen kennen lehrt, in welchen die Blockvertheilung in der Ebene zu den Ausmündungen der großen Alpenthäler steht. Diese Vertheilung ist jetzt, so weit sie den Schweizerboden betrifft, vollkommen bekannt geworden durch die genauen Untersuchungen der neuesten Zeit. Es haben sich hierbei folgende Resultate im Großen ergeben. Die Blöcke, welche die obere Schweiz erfüllen, sind besonders aus fünf Thalmündungen hervorgegangen: dem Rhonethale, Aarthale, Reußthale, Linththale und Rheinthale. Die Blöcke aus dem Rhonethale, mit welchen diejenigen, welche von der Montblanckette herkommen, gemischt sind, erfüllen die ganze Gegend zwischen Genf und Solothurn, so daß demnach das Gebiet der Rhoneblöcke einen breiten Fächer darbietet, dessen Spitze in der Rhonethalmündung bei St. Maurice sich befindet, während der eine Schenkel des Fächers längs des südlichen Ufers des Genfer See's, der andere etwa der Grenze des Cantons Freiburg entlang gegen Solothurn und selbst ein paar Stunden west-

lich von dieſer Stadt bis gen Zofingen hinführt. Die ebenen Theile der Cantone Genf, Freiburg, Neuenburg und ein Stück von Bern, Solothurn und Argau ſind demnach mit Montblanc- und Rhoneblöcken bedeckt.

Die aus dem Aarthale hervorgegangenen Blöcke haben einen weit §. 80
geringeren Verbreitungsbezirk. Sie bedecken faſt nur den deutſchen Theil des Cantons Bern, mit Ausnahme des von den Rhoneblöcken eingenommenen Theiles, und miſchen ſich einerſeits mit dieſen, anderntheils mit den vom Gotthardt ſtammenden Geſteinen, welche durch das Reuß-Thal herabkamen.

Dieſe erfüllen die Cantone Uri, Unterwalden nur zum Theil, die weſtliche Hälfte von Schwyz, Luzern, Zug und Aargau.

Die Linthblöcke haben nur einen geringen Verbreitungsbezirk durch die Cantone Glaris und zu beiden Seiten des durch den Linthcanal und den Züricher See fortgeſetzten Thales der Linth.

Die Rheinblöcke endlich erfüllen einen großen Theil von Graubündten, St. Gallen, den nördlichen Theil des Cantons Zürich und den Canton Thurgau und dringen noch auf dem nördlichen Ufer des Rheines weit in Baiern und Schwaben hinein; indeß iſt die nördliche Grenze ihrer Verbreitung noch nicht gehörig ermittelt.

An den Grenzen von je zwei Gebieten kommen zwar Mengungen vor, §. 80
doch ſind dieſe nur ſehr unbedeutend, und es kann nirgends eine Ungewißheit von mehr als einer halben Stunde Weges über die Fixirung der Grenzen ſein. Die einzelnen Gebiete ſind demnach durchaus unabhängig von einander und dieſelbe Unabhängigkeit zeigt ſich in der Vertheilung der Blöcke innerhalb der Gebiete. Jedes Geſtein hat ſeinen eigenen Verbreitungsbezirk, und namentlich wiederholt ſich auch hier in der ebenen Schweiz das oben von den Alpenthälern angeführte Geſetz, daß die Felsarten nicht von dem einen Ufer des Gebietes auf das andere übergehen. So wird man die Puddinge von Valorſine, die Euphotide von Saas nur auf dem linken (ſüdlichen und weſtlichen) Ufer des Rhonegebietes, ihrer Lagerſtätte entſprechend, ein auf dem rechten Ufer längs der inneren Grenze des Fächers finden. Es iſt dieſe Thatſache, welche ſich in allen anderen Gebieten wiederholt, ſehr weſentlich für die Erklärung der Urſache, welche die Findlinge fortſchaffte, indem ſie beweist, daß ſelbſt in den äußerſt engen Thalſchluchten, durch welche die Blöcke hervorkamen, um ſich über die Ebene zu zerſtreuen, keine Vermiſchung derſelben ſtatthatte.

Die Blöcke erheben ſich indeß noch auf eine bedeutende Höhe an den §. 80
Gehängen des Jura, und hier findet ſich, der Geſteine wegen, auf denen ſie ruhen, ſowie auch in Folge der Erhebung des Jura's ſelbſt, eine Menge von Eigenthümlichkeiten, die einer näheren Beleuchtung bedürfen.

Die verticale Vertheilung der Blöcke iſt Gegenſtand vieler Unter-

ſuchungen, namentlich im franzöſiſchen Theile des ſchweizeriſchen Jura's geweſen, und man hat gefunden, daß ſie eine beſtimmte Höhengrenze einnehmen, die einen Bogen bildet, deſſen höchſter Punkt der Mündung des Thales, aus welchem ſie hervorkamen, gegenüberliegt. Bei den Rhoneblöcken namentlich iſt dieſe Thatſache ſchon ſeit längerer Zeit bekannt. Hier findet ſich der höchſte Punkt an den Jurawänden hinter Yverdun und nach beiden Seiten ſenkt ſich die Zone, um einerſeits bei Genf, andererſeits bei Solothurn das Niveau der Schweizerebene zu erreichen.

Das Niveau, welches die Blöcke bilden, hält ſich auf dieſelbe Weiſe auch in den Binnenthälern feſt; die Blöcke ſind hier bis auf dieſelbe Höhe zerſtreut; ja es kommt an einigen Stellen vor, wie z. B. im Val de Travers, daß der Hintergrund des Thales Blöcke hat, die von der Seite her über einen minder hohen Sattel gedrungen ſind, während die Mitte des Thales keine ſolche Anſammlungen zeigt.

810. Im Allgemeinen liegen die Blöcke auf der den Alpen zugewandten Seite der Juragehänge und in den Längsthälern, welche ſich in dieſer Kette hinziehen, meiſt nur auf der den Alpen zugewandten Seite und auf den Kämmen bis zum Rande des Abſturzes. So zieht ſich auf der Außenfläche des Jura's ein kleines Längsthälchen vom Bieler bis zum Genfer See hin, bedingt durch die Anſchließung der Néocomienſchichten an den eigentlichen Jurakalk; in dem Grunde dieſes Thälchens finden ſich nie Blöcke, dagegen etwas höher auf den Gehängen des Portlandkalkes eine große Menge, und ebenſo auf der den Alpen zugekehrten Thallippe. Man bemerkt ſogar, daß gerade auf den Thallippen, am Rande des Abſturzes, die Anhäufungen manchmal bedeutender ſind, als an den einförmigen Gehängen.

811. Die mineralogiſche Beſchaffenheit der Blöcke wechſelt je nach der verticalen Vertheilung derſelben. Es gilt hier als allgemeines Geſetz, daß eine Felsart um ſo höher anſteigt an dem Jura, je höher ſie in den Alpen anſteht, oder, mit anderen Worten, daß die Höhenzone eines Geſteines am Jura im Verhältniß zu ſeinem Lagerorte in den Alpen ſteht. So finden ſich in den Rhoneblöcken viele ausgezeichnete Felsarten, die überall leicht erkannt werden können: die Protogyne vom Montblanc, die Euphotide von Saas, die Puddinge von Valorſine, die Alpenkalke von dem Eingange des Wallis. In derſelben Ordnung, wie ſie ſich der Höhe nach in den Alpen reihen, trifft man auch dieſe Felsarten. Die höchſte Zone iſt nur von Protogynen und talkigen Graniten gebildet; weiter unten treten Euphotide dazu; die ſo leicht kenntlichen Puddinge von Valorſine ſteigen nur wenig über das Niveau der Ebene an und die Kalkblöcke haben den Jura nur ſelten erreicht, ſondern ſind nur auf der waadtländiſchen Ebene, näher an den Alpen zu finden.

Die Blöcke im Jura liegen meiſt frei, unmittelbar auf dem Kalkfelſen und von dieſem nur durch eine ſehr dünne Schicht feinen Sandes getrennt. In Depreſſionen und kleinen Thalvertiefungen aber zeigen ſie ſich, wie in der Ebene, in regelloſen Anhäufungen von Blöcken jeder Größe, Rollſteinen, die geritzt ſind, und Sand vergraben. In den Jurathälern, wo Molaſſe und neuere Süßwaſſerkalke oder auch geſchichtete Kiesmaſſen ſich finden, werden ſie ebenfalls über allen dieſen Bildungen auflagernd angetroffen. §. 81

Geſchliffene Felsflächen, auf welchen geradlinige ſcharfe Streifen eingeritzt ſind, begleiten überall auf dem Jura die Findlingsblöcke. Sie zeigen ſich hier ſogar in großem Maßſtabe, als helle Spiegelflächen, die ſich über weite Strecken hinziehen; ja man kann mit vollem Rechte ſagen, daß die ganze den Alpen zugekehrte äußere Fläche des Jura's polirt ſei, und daß man nur ausnahmsweiſe dieſe Politur mit ihren charakteriſtiſchen Streifen nicht treffe. Die Politur am Jura hält dieſelbe Höhengrenze ein, wie die höchſten Blöcke; ſie geht nicht über dieſes Niveau hinaus. Aus dieſer engen Verbindung der Schliffflächen mit den Blöcken im Jura und in den Alpen geht aber wohl unzweifelhaft hervor, daß dieſelbe Kraft, welche die Blöcke transportirte, auch die Felſen glättete und ritzte; ſowie ſich aus der Aehnlichkeit der Erſcheinungen in beiden Gebirgsketten ſchließen läßt, daß dieſelbe Urſache, welche in den Alpen wirkte, auch die Erſcheinungen im Jura bedingte. §. 81

In Großbrittannien zeigt ſich das erratiſche Phänomen in beſonders großartiger Weiſe in Schottland und Wales, weniger in dem eigentlichen England und Irland. In den meiſten Thälern der genannten Hochländer finden ſich unregelmäßig geſchichtete Maſſen von Schlamm und Kies mit großen Blöcken, die alle abgerundet und allſeitig geglättet und geritzt ſind. In dieſem ſogenannten Till finden ſich ſeltene Säugethierknochen und Muſchelfragmente. Ueber dieſen geſchichteten Ablagerungen zeigen ſich an vielen Stellen förmliche Längs- und Querwälle, namentlich in den Hochthälern, worin aber ebenfalls meiſt nur gerundete und geritzte Blöcke vorkommen. Kantige Blöcke finden ſich nur auf der äußerſten Oberfläche und zwar hauptſächlich nur auf der Oſtſeite der ſchottiſchen Küſte. Ihrer mineralogiſchen Beſchaffenheit nach ſcheinen dieſe aus Norwegen zu ſtammen. §. 81.

Die polirten Rundhöcker, geritzten und geſtreiften Flächen zeigen ſich in größter Ausdehnung und zwar erſcheinen die meiſten ſchottiſchen und wäliſchen Berge ſowie die iriſchen Höhen bis auf den Gipfel abgerundet, polirt und geſtreift, ſo daß eine Höhengrenze der Rundhöcker, wie dieſe in den Alpen exiſtirt, nicht nachgewieſen werden kann.

Merkwürdiger Weiſe findet ſich in einigen Flußmündungen Schottlands, §. 815

namentlich an der Mündung des Clyde, eine eigenthümliche, zum Till gehörige Ablagerung von feinem Schlamm und Sand, in welchem eine große Menge von Muscheln vorkommt, die jetzt nicht mehr in dem benachbarten Meere leben, sondern nur in kälteren Breiten, an den Küsten des arktischen Meeres bei Spitzbergen, Grönland und Island sich finden. Die Ablagerung welche diese Muscheln beherbergt, hat offenbar dasselbe Alter, wie die Blöcke, und es scheint aus dieser Beobachtung hervorzugehen, daß zur Zeit der Blockausstreuung in dem westlichen Schottlande eine Temperatur herrschte, welche derjenigen analog war, die sich jetzt in dem nordischen Eismeere findet.

816. Die Erscheinungen des erratischen Gebildes setzen sich in den Pyrenäen aus denselben Elementen zusammen, wie in den Alpen. Auch hier finden sich in den meisten Thälern Rollsteine, mit eckigen Blöcken gemischt, Blockwälle von bedeutender Ausdehnung, aus regellosen Anhäufungen von Sand und Fragmenten aller Art gebildet und an vielen Stellen sehr ausgeprägte Rundhöcker mit geschliffenen und geritzten Flächen, die durchaus denen der Alpen gleich sind. Wodurch sich aber diese Erscheinungen wesentlich von denen der Alpen unterscheiden, dies ist der Umstand, daß an dem Ausgange der Thäler die letzten Gerölle sich mit den geschichteten Rollsteinablagerungen der Ebene vermischen und daß die Findlinge nicht über die Ebenen zerstreut sind, sondern nur bis gegen die Thalmündungen hin sich finden. Die Kraft, welche die Findlinge zerstreute, war demnach in den Pyrenäen in weit geringerer Mächtigkeit wirksam, als in den Alpen.

817. In den Vogesen wurden durchaus dieselben Erscheinungen wahrgenommen. In vielen Thälern und namentlich in den Thälern von Giromagny und St. Amarin finden sich mehrfache concentrische Querwälle von Schuttanhäufungen, und der Boden der Thäler ist mit Geröllen bedeckt, welche die charakteristischen Streifen und Ritzen tragen. Rundhöckerformen zeigen sich ebenfalls — Politur und Streifen daran sind an vielen Orten vortrefflich erhalten, wie namentlich am Glattstein, bei Wildenstein u. s. w. Mehre der genannten Localitäten in den Vogesen zeigen die höchste Uebereinstimmung mit den Alpenthälern. Bis gegen Wesserling hin finden sich nur geritzte Gerölle, die in den südlichen Vogesen, wo sie weggespült wurden, fehlen.

818. In dem Schwarzwalde finden sich ähnliche Erscheinungen wie in den Vogesen, wenn gleich in mancher Hinsicht, wie es scheint, weniger deutlich ausgeprägt. Auch dort finden sich, entweder frei am Tage liegend, oder nur mit Dammerde, zuweilen auch mit Torf bedeckt, Gerölle, deren Größe thalaufwärts zunimmt. Diese Gerölle decken meist die Thalgründe, oft bis zu bedeutender Tiefe, da man bis zu 50 Fuß Tiefe zuweilen noch

nicht feſten anſtehenden Fels fand. An einzelnen Stellen trifft man geglättete und geritzte Gerölle, aber nur in den höchſten Thälern ſolche mit erhaltenen Ecken und Kanten. Schutt-Wälle, wie in den Alpen, wo regellos durcheinandergeworfene Blöcke aller Größen wahre Quer- und Längsdämme bilden, finden ſich nur an wenigen Stellen, wie namentlich in dem Oos-Thale in der Nähe von Baden-Baden. Abgerundete, geglättete und polirte Felſen finden ſich, nach den bisherigen Beobachtungen, nur in geringer Menge im Schwarzwalde und nur bis zu geringer Erhebung über der Thalſohle — Streifen und Ritzen ſollen ihnen fehlen.

Der Löß iſt eine eigenthümliche Ablagerung von feinem, gelblich §. 81
grauem, weichem Thone, mit Kalk und feinem Kieſelſande gemengt, der im ganzen Rheinthale ſowie in den Zuflüſſen deſſelben verbreitet iſt und eine Menge von Schnecken und Muſcheln enthält, welche Arten entſprechen, die noch jetzt in kälteren gebirgigen oder waldigen Gegenden wohnen. Oft findet man in ihm eigenthümliche Kalkconcretionen (Lößkindel) und Säugethierzähne, Elephanten- und Hirſchknochen, die indeß aus älteren Ablagerungen herzuſtammen ſcheinen. Der Löß iſt die neueſte Formation des Rheinthales, er entſpricht offenbar derſelben Zeit, wo in der Schweiz die Findlingsblöcke zerſtreut wurden und es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß die bedeutenden Lößmaſſen, die bis zu 600 Fuß Meereshöhe anſteigen, und zuweilen 60 bis 100 Fuß Mächtigkeit haben, eine detritiſche Maſſe aus jener Zeit ſind, wo die Gletſcher in der Schweiz eine ſo gewaltige Ausdehnung erreicht hatten.

In Südamerika hat man in der Umgebung der Cordilleren §. 82
Ausſtreuungen von Findlingen beobachtet. In Patagonien kommen ſie in großer Menge auf den geneigten Ebenen der Pampas bis etwa zu 100 Meilen Entfernung vom Fuße vor; im Feuerlande, in der Umgebung der Magellans-Straße und auf der Inſel Chiloe zeigen ſich gewaltige eckige Blöcke, die an vielen Orten mit thonigen, lehmigen und ſandigen Ablagerungen wechſeln, in welchen ſich Muſcheln finden, die denjenigen vollkommen gleichen, welche noch jetzt in demſelben Meere leben. Die großen eckigen Blöcke, die auf der Inſel Chiloe von den gegenüberliegenden Cordilleren des Feſtlandes ſtammen, liegen theils in dieſen geſchichteten Anſchwemmungen ſelbſt begraben, theils ruhen ſie auf denſelben. Sie finden ſich bis zu 200 Fuß über dem Meere.

Die erratiſchen Erſcheinungen des Nordens bieten einige §. 82
eigenthümliche Erſcheinungen dar, die theils auf ihrer Verbreitung über ungemein große Erſtreckungen faſt horizontaler Ebenen, theils auch darauf zu beruhen ſcheinen, daß ein großer Theil dieſer Länder während der erratiſchen Zeit unter Waſſer geſetzt war und diejenigen Ablagerungen, welche

in der Umgegend der Alpen sich auf der freien Oberfläche bildeten, dort auf dem Meeresgrunde statthatten.

Die Rundhöcker mit ihren Ritzen und Streifen sind auf den Gneißhügeln Schwedens und Finnlands, die nur geringe Undulationen eines weiten Plateau's bilden, in großem Maßstabe entwickelt. Die Oberfläche dieser Hügel ist vollkommen polirt, und meist sind die elliptischen Vorragungen, welche von ihnen gebildet werden, längs der Linie der Streifen geordnet. An anderen Hügeln unterscheidet man eine Stoß- und eine Leeseite; der eine Abhang des Hügels nämlich, der nach der Seite hingeht, woher die Streifen kommen, ist wohl gerundet und gestreift, der andere, der von der Seite abgewendet ist, rauh und unpolirt. Die Streifen folgen, mit geringer Abweichung, ziemlich derselben Richtung; meistens von Nord-Nord-West nach Süd-Süd-Ost; doch bemerkt man im Süden Schwedens eine mehr südliche, in Finnland und Nordschweden eine mehr östliche Richtung und im Norden von Lappland laufen die Streifen sogar nach Norden, so daß dadurch, sowie durch die in Norwegen bestehenden Streifen, die nach Westen gerichtet sind, ein Fächer gebildet wird, der das Kjölen-Gebirge zum Mittelpunkte hat, ganz so wie die Streifen in den Alpen sternförmig von diesen ausstrahlen.

§. 822. Die Ritzen und Streifen erstrecken sich in Schweden und Finland so weit, als die krystallinischen Gesteine gehen, während die darüber aufgehäuften erratischen Massen weit nach Süden über die Ostsee hinaus sich erstrecken und einen großen Bogen bilden, der auf dem Continente, in Holland bei Gröningen beginnt, sich durch Westphalen und Hannover, in einiger Entfernung vom Nordrande des Harzes hinzieht, durch Schlesien und Polen südlich von Breslau und Warschau nach Tula, fast in gerader Richtung von West nach Ost fortgeht, bei Tula aber umbiegt, um in nordöstlicher Richtung gegen die nördliche Spitze des Urals sich hinzuziehen.

In der ganzen Erstreckung nördlich von diesem Bogen, der in gewisser Beziehung eine vergrößerte Figur der schwedischen Halbinsel bietet, finden sich mächtige Sand und Geröllager, zum Theil geschichtet mit Schnecken und Muscheln hie und da vermengt, die alle noch lebenden Arten angehören, welche die nordischen Meere bewohnen und in welchen eine große Menge eckiger Findlingsblöcke abgelagert sind, die namentlich an der Oberfläche des Depôts zunehmen. Die Blöcke im nördlichen Rußland vom Onega-See an westlich, stammen alle aus Finnland und von den Umgebungen des Onega; die in Preußen und Polen zeigen Gemenge von finnischen und schwedischen Gebirgsarten; letztere nehmen immer mehr nach Osten hin zu, und in Holstein, Friesland und Holland stammen sie alle aus Schweden und Norwegen, bis endlich an der Ostküste Englands und Schottlands nur norwegische Felsarten sich finden. Durch diese Verbreitung wird also

auch von Neuem erwieſen, daß Scandinavien der Mittelpunkt der Zerſtreuung dieſer Blöcke bildet und daß die Kraft, welche die Blöcke ausſtreuete, nicht vom Nordpol ausging, ſondern von dem Kamme der ſcandinaviſchen Alpen.

Unter einer eigenthümlichen Form ſtellen ſich die Blockwälle in Schwe- §. 82
den dar. Sie heißen hier Oeſar, und bilden lange, oft hundert und mehr Fuß hohe Sandwälle, die durchaus vollkomen nivellirt und oft ſo regelmäßig ſind, daß ſie wie natürliche Sandwälle zu Kunſtſtraßen benutzt werden. Sie beſtehen hauptſächlich aus meiſt regellos durcheinandergeworfenen Maſſen von Sand und Gries, in und auf welchem Blöcke in großer Menge ruhen. Die Richtung dieſer Oeſar in Schweden ſcheint in ähnlicher Weiſe durch die erratiſche Kraft bedingt zu ſein, wie die der Blockwälle in den Schweizerthälern; ſie unterſcheiden ſich indeß weſentlich von dieſen durch Spuren von Schichtung und durch die relative Seltenheit eckiger Blöcke, die nur in geringer Zahl in den Oeſars vorkommen. Man hat in dem Rheinthale bei Reichenau, bei Chur und im Klönthal ähnliche Oeſars gefunden, welche hier coniſche Hügel mit elliptiſcher Baſis bilden, deren Längenaxe der Stromrichtung parallel läuft und die thalabwärts ſich ſanft abflachen. Ihre Contouren ſind abgerundet; ihre Hauptmaſſe aus feinem Sande gebildet, der Schichtungsſpuren zeigt und mit großen Blöcken untermiſcht iſt. Wahrſcheinlich ſind dieſe Oeſars des Nordens, wie des Rheinthales und vieler anderen Localitäten, zuerſt in regelloſen Maſſen abgelagert und ſpäter durch den Einfluß des Waſſers geſchichtet und geordnet worden.

Die Erklärung der erratiſchen Phänomene hat von jeher die Geologen §. 82
mannichfach beſchäftigt, und man könnte eine große Reihe mehr oder minder ſcharfſinniger Hypotheſen aufführen, welche erſonnen wurden, um die Zerſtreuung ſo gewaltiger Felsblöcke über bedeutende Strecken begreiflich zu machen. Die Unterſuchungen der jüngſten Zeit, welche vorzugsweiſe dieſe Erſcheinungen zum Gegenſtande ſich wählten, haben die meiſten dieſer Theorien in das Reich der Unmöglichkeiten verwieſen und es ſind von allen jetzt nur noch zwei übrig geblieben, die ſich ſchroff gegenüberſtehen. Um das Gewicht der Gründe, welche für die eine wie für die andere dieſer Anſichten ſprechen, gehörig hervorheben zu können, iſt es nöthig, dieſelben in zwei Abtheilungen zu bringen, indem wir einerſeits die Erſcheinungen, welche ſich im Inneren und im nächſten Umkreiſe der Bergketten, namentlich in der Nähe der Alpen zeigen, näher in's Auge faſſen und nachher auf die in dem Norden beobachteten Thatſachen und die daraus gezogenen Schlüſſe übergehen.

Der Meinung einiger Forſcher zufolge war das Vehikel, welches die §. 82.
Findlingsblöcke von den Alpen aus in allen Richtungen umherſchleuderte,

von gewaltigen Schlammströmen gebildet, welche zu gleicher Zeit aus dem Grunde aller Thäler hervorbrachen, Felsstücke, Kiesmassen, Schlamm, Sand und Rollsteine mit sich wälzend, und deren Geschwindigkeit so ungeheuer war, daß die Felsblöcke nicht auf dem Boden fortgerollt, sondern schwimmend getragen wurden bis zu den Orten, wo man sie jetzt findet. Betrachtet man die Höhenlinie der Schlifflächen und der Findlingsblöcke in den Alpen als die obere Grenzlinie dieser Schlammströme, welche die Thäler hindurch sich wälzten, und die Höhenlinie an dem Jura, so ergiebt sich, daß in den Alpen diese Linie oft bis 3000 und mehr Fuß Höhe über dem Thalgrunde sich hinzieht und daß sie auch noch im Jura mehr denn 2000 Fuß Höhe über der Fläche der Ebene erreicht. Die Geschwindigkeit der Ströme hängt von zwei Bedingungen ab; von der Neigung des Flußbettes und von dem Volumen der Wassermasse. Je größer dieses letztere, desto bedeutender die Geschwindigkeit, wenn auch die Neigung dieselbe bleibt, so daß ein Bach bei 1 bis 2 Minuten Neigung fast stille steht, während der Rhein, bei demselben Falle, eine reißende Strömung darbietet. Ein Schlammstrom von 3000 Fuß mittlerer Tiefe, der oft mehr als eine Viertelstunde Breite hatte und dessen Fall zwischen 12 bis 40 Minuten wechselte, mußte eine ungeheure Geschwindigkeit erreichen und der erstaunlichsten Wirkungen fähig sein. Die Felsen auf seinem Grunde und seinen Seiten mußten durch die rasch darüber hingeführten Gerölle abgenutzt und geschliffen werden, die eckigen Blöcke konnten, bei der großen Schnelligkeit, mit welcher sie fortgeführt wurden, einander nicht abrunden, sondern wurden so abgesetzt, wie sie losgesprengt worden waren. Da die Blöcke in der kurzen Zeit, binnen welcher sie hinübergeführt wurden, nur wenig innerhalb des Schlammstromes sich senken konnten, so vermengten sie sich auch nicht und die an niederen Felsen losgerissenen Stücke, wie die Kalksteine und Puddinge, erreichten auch eher den Boden, als die von den höchsten Gipfeln stammenden krystallinischen Gesteine. Die Schlammströme, welche man jetzt zuweilen noch in den Hochalpen nach heftigen Regengüssen beobachtet (Nants sauvages in Savoyen genannt), zeigen die Eigenthümlichkeit, daß die von ihnen mitgerissenen Steine zu beiden Seiten des Baches im Niveau seiner Oberfläche in Längslinien abgelagert werden, welche im Kleinen die Längswälle wiederholen, die man in den Alpenthälern beobachtet. Die Entstehung solcher gewaltiger Schlammströme hatte wahrscheinlich, nach den Ansichten Einiger, in der plötzlichen Erhebung der Alpen ihren Grund und aus der Zersplitterung und Zersprengung der Gebirge ist die große Menge von Findlingsblöcken begreiflich, welche von den durch die Erhebung bedingten Schlammströmen mitgeschleppt wurden. Es ist wahrscheinlich, daß die Erhebung der Hauptalpenkette nicht aus einem flachen Lande hervorging,

ſondern daß ſchon eine Bergkette von bedeutender Höhe vorher beſtand, welche mit Gletſchern bedeckt war, ſo daß bei der Zerſplitterung dieſer Gletſcher die Eisſtücke als natürliche Flöße dienten, auf welchen theilweiſe die Felsblöcke weggeflößt wurden. Die Beobachtung der Zonen von Blöcken an dem Jura ſpricht ebenfalls für dieſe Anſicht; die größeren Höhen der Zonen unmittelbar der Thalmündung gegenüber und das allmähliche Abfallen derſelben nach beiden Seiten verhält ſich ganz ſo, wie wenn ein Strom mit gewaltiger Geſchwindigkeit gegen den Jura angeprallt wäre, und dann nach beiden Seiten hin ſich verlaufen hätte.

§. 82 Nach der Anſicht vieler anderer Forſcher waren die Gletſcher, welche jetzt den Hintergrund nur der höchſten Alpenthäler erfüllen, einſt weit ausgedehnter als jetzt, ſie erſtreckten ſich nicht nur auf die Ebene, ſondern erfüllten dieſe auch bis zum Jura. Die großen eckigen Findlingsblöcke wurden auf dem Rücken dieſer Gletſcher in die Ferne getragen, ganz ſo, wie dies auch jetzt noch geſchieht; die runden Blöcke, die Rollſteine unter der Sohle des Gletſchers, zwiſchen dieſen und dem Felsgeſteine, abgerundet, theilweiſe ſelbſt zu Sand gerieben und auf einer oder mehren Flächen geritzt. Die Felsflächen, auf welchen der Gletſcher ſich bewegte, wurden unter dem Drucke einer ſo ungeheuren Maſſe mittelſt des Sandes, der ſich zwiſchen Gletſcherſohle und Fels befand, abgerundet, geglättet und durch härtere, mitgeführte Quarztheilchen in der Richtung der Gletſcherbewegung geſtreift und geritzt. So lange die Gletſcher ſo hoch ſtanden, daß ſie die obere Grenze der in den Alpenthälern befindlichen Höhenlinien und die obere Blockzone erreichten, ſo lange konnten nur Blöcke aus den größten Höhen der Alpen auf dem Gletſcher fortgeſchafft werden, da die in niederen Gegenden anſtehenden Geſteine von dem Eiſe überfluthet waren; allmählich im Maße, als ſich die Gletſcher zurückzogen, konnten auch dieſe ihre Trümmer auf die Gletſcherfläche ſtreuen, und ſo erklärt ſich auf das Leichteſte die verticale und horizontale Vertheilung der Blöcke je nach ihren mineralogiſchen Charakteren.

§. 82 Dieſe Anſicht, welche man jetzt allgemein mit dem Namen der Gletſchertheorie belegt, ſtützt ſich hauptſächlich auf das genauere Studium der Gletſcher und ihres Verhaltens. Sie ſtützt ſich darauf, daß die Felstrümmer, die noch heute auf die Gletſcher fallen und die oft ebenſo bedeutende Dimenſionen beſitzen, als die Findlingsblöcke auf dem Rücken derſelben mit Beibehaltung ihrer Ecken und Kanten in's Thal geſchafft und dort in Form von Schuttwällen abgeſetzt werden, die man Moränen genannt hat. Dieſe Gletſchermoränen dehnen ſich als lange Wälle zu beiden Seiten des Gletſchers hin (Seitenmoräne) und vor dem Thalende der Gletſcher bilden ſie ebenfalls einen Schuttwall, der quer im Bogen durch das Thal zieht und in dieſer Geſtalt zurückgelaſſen wird, wenn der

Gletscher sich zurückzieht. Diese Moränen haben ganz dasselbe unregelmäßige Ansehen, sind ebenso aus Bruchstücken von jeder Größe zusammengesetzt, wie die Schuttwälle, die man entfernt von den Gletschern in den Alpenthälern trifft, und welche deshalb als alte Moränen angesehen werden müssen.

828. Ferner ist es jetzt eine erwiesene Thatsache, daß überall die Sohle der jetzigen Gletscher von abgeschliffenen, geritzten und gestreiften Flächen gebildet wird und daß die Gletscher wirklich diese Schliffe hervorbringen, ist ebenfalls ein Resultat der Beobachtung. Ebenso findet man nur am Fuße der Gletscher und unter denselben solche polirte, geritzte und gestreifte Rollsteine, wie die sind, welche den Grund der Alpenthäler ausfüllen und deren Verbreitung über die ebene Schweiz bis zum Jura wir verfolgt haben. Man kennt bis jetzt kein anderes Agens in der Natur, welches Rundhöcker und gestreifte Schlifflächen hervorgebracht hätte; die Schliffe, welche vom Wasser herrühren, sind ungleich, matt und ohne Ritze. Ebenso hat man bis jetzt gestreifte Gerölle auch nur unter Gletschern hervorgebracht gefunden; das Wasser rundet die Gerölle zwar auch ab, ritzt sie aber nicht und die geritzten Gerölle verlieren im Gegentheile ihre Streifen sehr bald, wenn sie von Wasserströmen fortgewälzt werden. Halbmondförmige Schuttwälle, die quer durch das Thal ziehen, werden ebenfalls nur von Gletschern abgesetzt und wenn auch die Nants sauvages, die Schlammströme und Bergwasser Blöcke zu beiden Seiten ihres Ufers wellförmig anreihen, so hat man noch nie beobachtet, daß sie ihrem Laufe solche Dämme, deren Convexität thalabwärts schaut, entgegensetzen, während die Zurücklassung solcher Endmoränen durch die Gletscher bei ihrem Rückzuge täglich in den Alpen beobachtet werden kann.

829. Die Anhänger der Gletschertheorie schließen demnach durchaus folgerecht, daß überall, wo Rundhöcker, geritzte Schlifflächen, geritzte Rollsteine mit Findlingsblöcken vergesellschaftet vorkommen, auch Gletscher früher waren, welche diese Erscheinungen in ihrer gemeinschaftlichen Verbindung hervorbrachten, und da diese sich überall bis zum Jura zeigen, so behaupten sie die frühere Existenz ungeheurer Gletscher, welche die Alpenthäler und die ebene Schweiz ausfüllten, und am Jura bis zur oberen Blockzone anstiegen. Die Vertheilung der Blöcke je nach den verschiedenen Thälern erklärt sich dadurch sehr gut; jeder Gletscher führte seine eigenthümlichen Gesteine mit sich und Rhone-, Aar-, Reuß-, Linth- und Rhein-Gletscher berührten sich an ihren Grenzen, wo die von ihnen weggeführten Blöcke sich mischen konnten, aber nur in sehr geringer Ausdehnung. Ebenso erklären sich die eigenthümlichen Verbreitungszonen eines jeden Gesteines, sowie die Nichtmischung derselben von einem Ufer zum andern nur durch die Gletschertheorie; da beim Herausstürzen eines Stromes durch eine enge Schlucht nothwendig mischende Wirbel entstehen mußten.

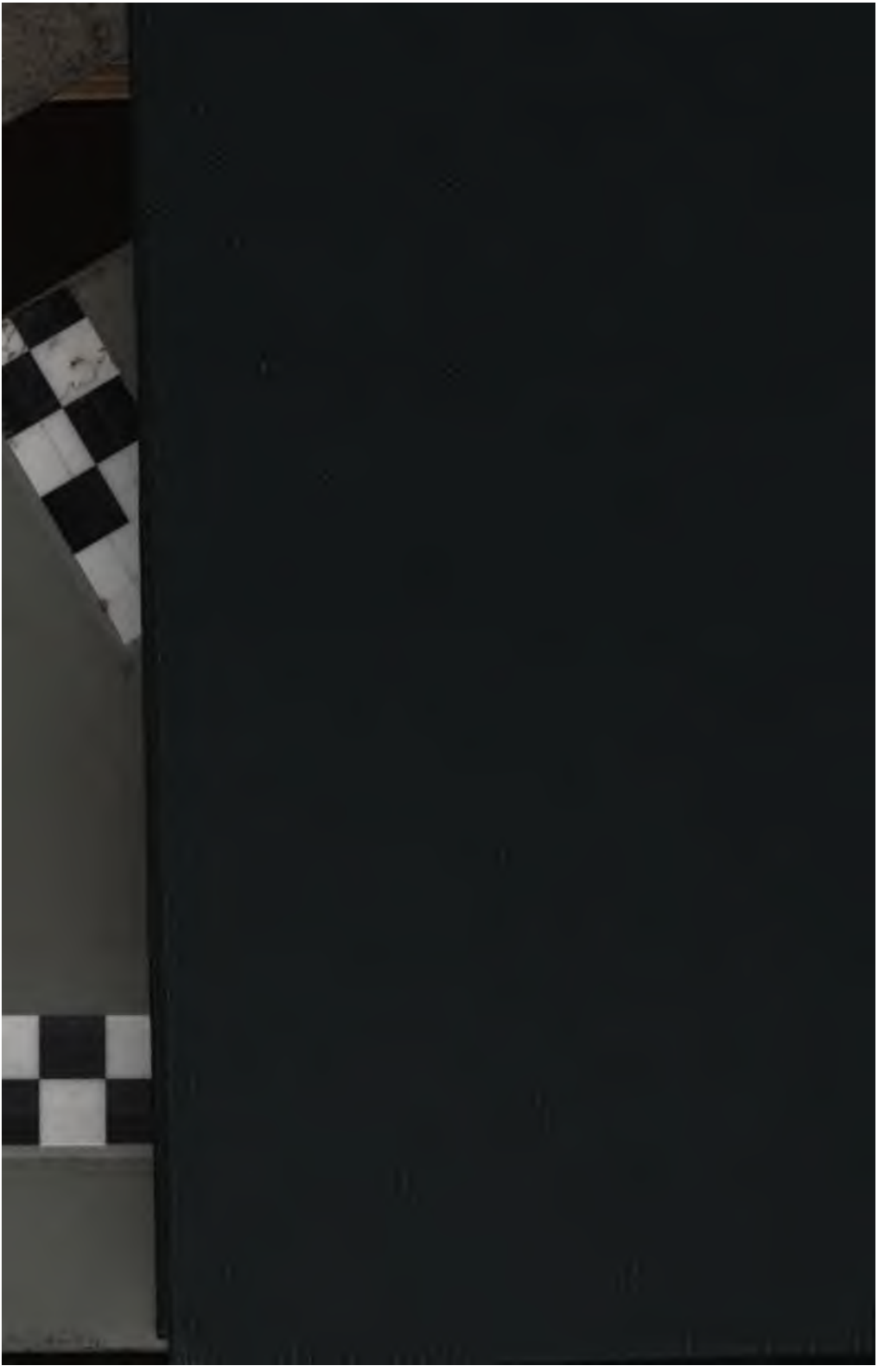
830. Die Gründe, welche man nach und nach gegen diese Theorie vorbrachte, wurden allmählich durch Thatsachen weggeräumt, und jetzt stützen sich die Gegner der Gletschertheorie hauptsächlich nur noch darauf, daß selbst die ebensten der heutigen Gletscher einen Fall von 2 bis 3 Graden haben, während die so ausgedehnten erratischen Gletscher nur höchstens einen Fall von 20 bis 40 Minuten gehabt hätten. Dieser Einwurf ist indessen un-

gegründet, da auf die Gletſcher dieſelben Geſetze ihre Anwendung finden müſſen, welche bei den Strömen gelten, und wenn auch die Gletſcher nur durch die Schwere ſich bewegen ſollten, doch eine Neigung von ſo geringer Höhe hinreichend ſein würde, eine ſo ungeheure Maſſe, wie die erratiſchen Gletſcher waren, fortzubewegen. Man hat ferner gefunden, daß eine ſolche Herabſtimmung der Temperatur, wie ſie zur Erzeugung ſo ausgedehnter Gletſcher in der Schweiz nöthig war, in ſchreiendem Widerſpruche ſtehe mit den Thatſachen, welche uns in der tertiären Periode ein tropiſches Klima in der Schweiz erkennen laſſen, wo Palmen wuchſen und Muſcheln der Tropengegenden lebten. Der Contraſt iſt freilich grell; allein noch andere Erſcheinungen ſprechen für die wirkliche Exiſtenz eines ſolchen kälteren Klima's zur Zeit der erratiſchen Epoche. Ueberdies müſſen die Thatſachen in den Naturwiſſenſchaften ſtets als erſter und letzter Prüfſtein dienen und ſo lange die erratiſchen Erſcheinungen in der Schweiz nur mit den jetzt an den Gletſchern beobachteten Thatſachen übereinſtimmen, ſo lange müſſen auch gleiche Urſachen für ſie erſchloſſen werden. Erſt wenn man noch andere Agentien aufgefunden haben wird, welche ebenfalls Rundhöcker, Schliffflächen mit Streifen und Ritzen, geritzte Gerölle und Findlingsblöcke in Gemeinſchaft erzeugen, erſt dann kann die Exiſtenz der erratiſchen Gletſcher in der Schweiz in Frage geſtellt werden.

§. 8 Dieſelben Schlüſſe, welche in der Schweiz gelten, müſſen auch in anderen Gebirgen ihre Anwendung finden, wo dieſelben Erſcheinungen beobachtet werden, wenn auch dieſe Gebirgszüge jetzt keine Gletſcher mehr beſitzen. Die erratiſchen Phänomene der Pyrenäen, der Vogeſen, des Schwarzwaldes, des Erzgebirges, der ſchottiſchen, engliſchen und iriſchen Gebirge ſind demnach ebenſo gewiß Gletſchern zuzuſchreiben, als diejenigen der Schweiz. Jedes dieſer Gebirge bildete in der erratiſchen Zeit einen Mittelpunkt, von deſſen Höhen aus ſich Gletſcher durch die Thäler erſtreckten, ganz ſo wie dies jetzt noch der Fall iſt in den Alpen, und die Grenzen der eben angeführten Erſcheinungen, welche im Gefolge der Gletſcher ſich finden, ſtecken auch hier die Grenzen ab, bis zu welchen man die Erſtreckung der Gletſcher in den genannten Bergketten anzunehmen hat.

§. 8 Im Norden unſeres, ſowie des amerikaniſchen Continentes zeigen die erratiſchen Erſcheinungen eine eigenthümliche Phyſiognomie, und wie es ſcheint, müſſen hier zur Erklärung der beobachteten Thatſachen noch andere Hilfsmittel angerufen werden. Wir haben oben bemerkt, daß die Streifen der polirten Flächen in Scandinavien eine Richtung zeigten, welche das Kjölen-Gebirge als Mittelpunkt bezeichneten, von welchem aus die bewegende Kraft ihren Urſprung nahm, und daß die Streifen in Finnland bewieſen, wie dieſe bewegende Kraft über den Bothniſchen Meerbuſen herübergekommen ſei. In dem ganzen Gebiete der ſcandinaviſchen Halbinſel, ſowie auf Finnland, zeigen ſich demnach alle Erſcheinungen, welche für die Exiſtenz alter Gletſcher ſprechen — Rundhöcker, polirte und geritzte Flächen mit Gerölle und eckigen Blöcken darüber, und es muß ſomit auch folgerecht angenommen werden, daß dieſe Länder ebenſo gut wie der nordamerikaniſche Continent bis unterhalb der Seen von ungeheuren Gletſchermaſſen bedeckt waren.

550 .V886 C.1
Lehrbuch der Geologie und Petr
Stanford University Libraries
3 6105 032 196 789

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.